



SUGHRUE MION, PLLC

Attorney Docket No. Q78205  
November 14, 2003  
Page 2

Priority is claimed from:

<u>Country</u>	<u>Application No</u>	<u>Filing Date</u>
REPUBLIC of KOREA	10-2002-72388	November 20, 2002

The priority document is enclosed herewith.

Respectfully submitted,  
SUGHRUE MION, PLLC

Attorneys for Applicant

By: *Peter M. Mexic* *Reg. No. 23,063*  
61 Darryl Mexic  
Registration No. 23,063

SUGHRUE MION, PLLC  
Telephone: (202) 293-7060  
Facsimile: (202) 293-7860

WASHINGTON OFFICE

**23373**

CUSTOMER NUMBER

DM/lck

Sang-chang CHA, et al.  
 Q78205  
 METHOD AND APPARATUS FOR  
 PERFORMING INVERSE DISCRETE .....  
 Filing Date: November 14, 2003  
 Darryl Mexic 202-293-7060  
 (1)

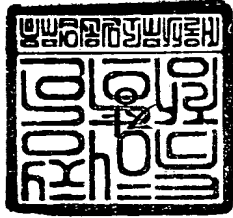


This is to certify that the following application annexed hereto  
 is a true copy from the records of the Korean Intellectual  
 Property Office.

특원번호 : 10-2002-0072388  
 Application Number

특원년월일 : 2002년 11월 20일  
 Date of Application

특원인 : 삼성전자주식회사  
 Applicant(s)  
 SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.



COMMISSIONER

특원청

2003년 10월 13일

## 【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0004
【제출일자】	2002. 11. 20
【국제특허분류】	H04N
【발명의 명칭】	고속 역 이산 여현 변환 방법 및 장치
【발명의 영문명칭】	Method and apparatus for fast inverse discrete cosine transform
【출원인】	
【명칭】	삼성전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-104271-3
【대리인】	
【성명】	이영필
【대리인코드】	9-1998-000334-6
【포괄위임등록번호】	1999-009556-9
【대리인】	
【성명】	이해영
【대리인코드】	9-1999-000227-4
【포괄위임등록번호】	2000-002816-9
【발명자】	
【성명의 국문표기】	차상창
【성명의 영문표기】	CHA, Sang Chang
【주민등록번호】	721006-1914215
【우편번호】	135-120
【주소】	서울특별시 강남구 신사동 518-18 101호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	안종학
【성명의 영문표기】	AHN, Jong Hak
【주민등록번호】	710926-1674310
【우편번호】	442-725

【주소】 경기도 수원시 팔달구 영통동 벽적골8단지아파트 두산아파트  
801동 9 05호

【국적】 KR

【심사청구】 청구

【취지】 특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의  
한 출원심사 를 청구합니다. 대리인  
이영필 (인) 대리인  
이해영 (인)

【수수료】

【기본출원료】	20 면	29,000 원
【가산출원료】	38 면	38,000 원
【우선권주장료】	0 건	0 원
【심사청구료】	17 항	653,000 원
【합계】		720,000 원

【첨부서류】 1. 요약서·명세서(도면)\_1통

**【요약서】****【요약】**

본 발명은 고속 역 이산 여현 변환 방법 및 장치에 관한 것으로, 본 발명에 따른 고속 역 이산 변환 방법은 이산 여현 변환 행렬의 각 원소에 대하여 소정의 순서로 0이 아닌 값을 갖는 원소를 검색하는 단계, 및 검색된 0이 아닌 값을 갖는 이산 여현 변환 행렬의 원소를 역 이산 여현 변환 식의 대칭성을 이용하여 2 차원 역 이산 여현 변환함으로서, 복원 행렬의 각 원소의 복원 값을 산출하는 단계로 구성되고, 본 발명에 따른 고속 역 이산 변환 장치는 이산 여현 변환 행렬의 각 원소에 대하여 소정의 순서로 0이 아닌 값을 갖는 원소를 검색하는 원소 검색부, 및 원소 검색부에서 검색된 0이 아닌 값을 갖는 원소를 역 이산 여현 변환 식의 대칭성을 이용하여 2 차원 역 이산 여현 변환함으로서, 복원 행렬의 각 원소의 복원 값을 산출하는 원소별 2 차원 역 이산 여현 변환부로 구성된다.

본 발명에 따르면, 역 이산 여현 변환을 수행하는데 있어서, 이산 여현 변환 행렬의 원소들의 값의 대다수를 차지하는 "0"에 의한 불필요한 계산을 최대한 줄일 수 있는 효과가 있다. 또한, 이산 여현 변환 행렬에서 유효한 값을 갖는 원소들의 개수가 많은 경우에도 이산 여현 변환 식의 대칭성을 이용하여 계산량을 대폭 감소시킴으로서 통계적으로 기존의 고속 이산 여현 변환 알고리즘에 비하여 매우 뛰어난 성능을 발휘한다는 효과가 있다.

**【대표도】**

도 6

## 【명세서】

## 【발명의 명칭】

고속 역 이산 여현 변환 방법 및 장치{Method and apparatus for fast inverse discrete cosine transform}

## 【도면의 간단한 설명】

도 1은 종래의 2 차원 역 이산 여현 변환의 방향을 나타내는 도면이다.

도 2는 종래의 역 이산 여현 변환 알고리즘들의 계산량을 비교한 비교표를 도시한 도면이다.

도 3은 종래의 고속 역 이산 여현 변환 알고리즘 중의 하나인 Wang 알고리즘을 나타내는 도면이다.

도 4는 여러 양자화 파라미터에 대한 이산 여현 변환 행렬의 원소들의 값의 분포를 나타내는 도면이다.

도 5는 여러 양자화 파라미터에 대한 이산 여현 변환 행렬의 0이 아닌 원소들의 값의 개수의 존재 확률을 나타내는 도면이다.

도 6은 본 발명에 따른 고속 역 이산 변환 장치의 구성도이다.

도 7은 일반적인 8 x 8 이산 여현 변환 행렬의 일 예를 나타내는 도면이다.

도 8은 역 이산 여현 변환 식에 포함된 코사인의 인수 값을 테이블로 도시한 도면이다.

도 9는 역 이산 여현 변환하기 위하여 요구되는 이산 여현 변환 행렬의 원소의 위치에 따른 곱셈의 회수를 테이블로 도시한 도면이다.

도 10은 상기 도 6의 기본 값 산출 저장부의 상세 구성도이다.



도 11은 이산 여현 변환 행렬을 역 이산 여현 변환한 복원 행렬의 대칭성을 나타내는 도면이다.

도 12는 이산 여현 변화 행렬의 원소들의 위치에 따른 대칭성 타입을 테이블로 도시한 도면이다.

도 13은 상기 도 6의 기본 값 반복 가산부의 상세 구성도이다.

도 14는 상기 도 6의 기본 값 반복 가산부의 여러 가산 방식을 입체적으로 도시한 도면이다.

도 15는 원소별로 이산 여현 변환하는 전체적인 과정을 도시한 도면이다.

도 16은 양자화 파라미터에 따른 곱셈의 회수에 대한 실험 결과를 나타내는 도면이다.

도 17은 양자화 파라미터에 따른 덧셈의 회수에 대한 실험 결과를 나타내는 도면이다.

도 18은 본 발명에 따른 고속 역 이산 변환 방법의 흐름도이다.

도 19는 상기 도 18의 원소별로 2 차원 역 이산 여현 변환하는 단계의 상세 흐름도이다.

도 20은 상기 도 19의 기본 값들을 산출하여 저장하는 단계의 상세 흐름도이다.

도 21은 상기 도 19의 기본 값들을 대칭성 타입에 따라 반복적으로 가산하는 단계의 상세 흐름도이다.

#### 【발명의 상세한 설명】

#### 【발명의 목적】

#### 【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<22> 본 발명은 고속 역 이산 여현 변환 방법 및 장치에 관한 것이다.

- <23> 디지털 형식의 데이터의 압축, 특히 영상 신호의 압축은 다양한 멀티미디어 응용 환경에 있어서 필수적인 요소이나, 영상 신호는 많은 정보를 처리해야 하므로 효율적인 전송이나 저장 및 가공에 많은 제약이 생기게 된다. 이러한 제약을 해결하기 위해 MPEG-2, MPEG-4, H.263, H.26L 등 국제적 표준은 압축 스트림 문법 및 복호화 과정을 정의하고 있다.
- <24> 압축 방식에는 무손실 압축 방식과 손실 압축 방식이 있는데, 문자, 도형, 일반 데이터 등을 무손실 압축하면 완전 복구가 가능하지만 압축률은 평균적으로 2 대 1 정도이다. 반면, 영상, 음성, 음향 등의 데이터를 인간의 눈과 귀가 거의 느끼지 못할 정도로 작은 손실을 허용하면서 압축하면 10 대 1 이상의 압축률을 쉽게 얻을 수 있다. 영상 데이터를 효과적으로 압축하기 위한 목적으로 가장 널리 쓰이는 손실 부호화 기법은 변환 부호화이다. 이 방식의 기본구조는 공간적으로 높은 상관도를 가지면서 배열되어있는 데이터를 직교 변환에 의하여 저주파 성분으로부터 고주파 성분에 이르기까지 여러 주파수 성분으로 나누어 성분별로 달리 양자화하는 것이다. 이때, 각 주파수 성분간에는 상관도가 거의 없어지고, 신호의 에너지가 저주파 쪽에 집중된다. 직교 변환에 의해 주파수 영역으로 바뀐 데이터는 에너지가 많이 모이는(즉, 분산치가 큰) 주파수 성분이 보다 많은 비트를 할당받아 그 주파수 성분을 보다 충실히 표현하도록 하고 있다. 분산치가 4배(즉, 진폭이 2배) 될 때마다 1비트씩 더 할당받는데, 이렇게 되면 모든 주파수 성분에서 동일한 양자화 에러 특성을 갖게 된다. 여러 가지의 직교 변환 중에, 이론적으로 영상 신호의 에너지 집중 특성이 가장 뛰어나, 압축에 가장 효과적인 것은 카루넨-뢰브 변환(KLT, Karhunen-Loeve Transform)이다. 그러나, 이것은 영상에 따라 변환 함수가 새로 정의되어야 하므로 현실적으로 사용할 수 없다. 카루넨-뢰브 변환에 충분히 가까운 성능을 가지면서, 구현 가능한 변환이 바로 이산 여현 변환(DCT, Discrete Cosine Transform)이다. 현재, 여러 국제 표준에 핵심 기술로 자리잡고 있는 이산 여현 변환은 8 x 8크기의 화소를 하



나의 블록으로 묶어 변환의 단위로 삼고 있다. 블록의 크기를 키울수록 압축 효율은 높아지나, 변환의 구현이 훨씬 어려워진다. 실험적으로  $8 \times 8$ 이 성능과 구현의 용이성간 타협점으로 선택되었다.

- <25> 종래의 압축 기술은 일반적으로 영상을 압축할 때 공간상의 중복성을 제거하기 위해 이산 여현 변환을 사용하며, 시간상의 중복성을 제거하기 위해서 움직임 추정(ME, Motion Estimation)과 움직임 보상(MC, Motion Compensation)을 사용한다.
- <26> 도 1은 종래의 2 차원 역 이산 여현 변환(2D-IDCT, 2 Dimension - Inverse Discrete Cosine Transform)의 방향을 나타내는 도면이다.
- <27> 역 이산 여현 변환 과정의 계산량을 줄임으로서, 고속으로 역 이산 여현 변환하기 위한 종래의 한가지 방식으로서, 도 1과 같이 1 차원 역 이산 여현 변환을 가로 및 세로 방향으로 각각 독립적으로 실시하였는데, 이것을 2 차원 역 이산 여현 변환이라고 한다. 특히, 도 1은 가로 N 번, 세로 N 번에 대한 2 개의 역 이산 여현 변환과 전치를 통한 RCA(Row Column Algorithm) 방식을 사용한 2 차원 역 이산 여현 변환이다. 즉, 열(row) 방향으로 1 차원 역 이산 여현 변환을 한 다음, 그 결과 값을 행(column)으로 계산하기 위해, 전치한 다음, 1 차원 역 이산 여현 변환을 한다.
- <28> 도 2는 종래의 역 이산 여현 변환 알고리즘들의 계산량을 비교한 비교표를 도시한 도면이다.
- <29> 상기 도 1의 2 차원 역 이산 여현 변환을 실현하기 위한 역 이산 여현 변환 알고리즘에는 Sparse Matrix Factorizations를 기초로 한 Cheng 알고리즘, Wang 알고리즘과 Discrete

Fourier Transform을 기초로 한 Lee 알고리즘, AAN 알고리즘이 있다. 도 2에는 이들 알고리즘을 수행하는데 요구되는 곱셈 및 덧셈의 회수를 표시해 놓았다.

<30> 도 3은 종래의 고속 역 이산 여현 변환 알고리즘 중의 하나인 Wang 알고리즘을 나타내는 도면이다.

<31> 입력 신호  $x(0) \sim x(7)$ 에 대하여 출력 신호  $X(0) \sim X(7)$ 가 출력된다. 이 과정에서 각 접점에는 이전 접점들과의 계산 결과가 전달되어야 한다. 접점과 접점 사이의 상수  $C0 \sim C7$ 은, 다음 접점을 계산할 때, 이전 접점에 곱해져야 하는 값을 나타낸다. 예로서,  $C0 = x(1) + x(7)$ 와 같이 계산할 수 있다. 이러한 방법으로 모든 계산을 완료하면, 곱셈기는 16 개, 덧셈기는 26 개가 필요하게 된다. 구체적인 실시예에 있어 약간씩 방법의 차이는 있으나, 대다수의 고속 알고리즘은 유사한 형태를 취하고 있다.

<32> 종래의 고속 역 이산 여현 변환 알고리즘은 역 이산 여현 변환 계산의 복잡도를 상당히 감소시키기는 하나, 압축을 푸는 복원 과정에서, 역 이산 여현 변환 과정이 가장 많은 계산량을 요구한다는 문제점이 있었다. 다양한 멀티미디어 서비스를 제공하는 현재의 모바일(mobile) 환경에서, 인코더는 멀티미디어 서비스를 제공하는 사업자의 서버 시스템이므로 크기와 전력 소모에 있어서, 큰 제약을 받지 않지만, 디코더는 휴대폰, PDA(Personal Digital Assistant) 등 이동 통신 기기이므로 크기와 전력 소모에 있어서 제약을 받기 때문에, 디코더에서 수행되는 역 이산 여현 변환은 계산량이 감소되어야 한다는 문제점이 있었다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

- <33> 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 역 이산 여현 변환 식의 대칭성을 이용하여 이산 여현 변환 행렬을 원소별로 2 차원 역 이산 여현 변환을 함으로서, 역 이산 여현 변환 과정의 계산량을 현저히 감소시키는 방법 및 장치를 제공하는데 있다.

【발명의 구성 및 작용】

- <34> 상기 문제점을 해결하기 위한 본 발명에 따른 고속 역 이산 변환 방법은 이산 여현 변환 행렬의 각 원소에 대하여 소정의 순서로 0이 아닌 값을 갖는 원소를 검색하는 단계; 및 상기 검색된 0이 아닌 값을 갖는 이산 여현 변환 행렬의 원소를 역 이산 여현 변환 식의 대칭성을 이용하여 2 차원 역 이산 여현 변환함으로서, 복원 행렬의 각 원소의 복원 값을 산출하는 단계로 구성된다.
- <35> 상기 또 다른 문제점을 해결하기 위한 본 발명에 따른 고속 역 이산 변환 장치는 이산 여현 변환 행렬의 각 원소에 대하여 소정의 순서로 0이 아닌 값을 갖는 원소를 검색하는 원소 검색부; 및 상기 원소 검색부에서 검색된 0이 아닌 값을 갖는 원소를 역 이산 여현 변환 식의 대칭성을 이용하여 2 차원 역 이산 여현 변환함으로서, 복원 행렬의 각 원소의 복원 값을 산출하는 원소별 2 차원 역 이산 여현 변환부로 구성된다.
- <36> 이하에서는 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예들을 상세히 설명한다.
- <37> 도 4는 여러 양자화 파라미터에 대한 이산 여현 변환 행렬의 원소들의 값의 분포를 나타내는 도면이다.
- <38> 도 4는 MPEG4 테스트 동영상(Akiyo, Foreman, Mobile)에 대하여 양자화 파라미터( $Q_p$ , Quantization Parameter)를 달리하여 인코딩된 MPEG4 스트림을 역 이산 여현 변환 단계 전까지

복호화하는 경우에 나타나는 이산 여현 변환 행렬의 원소들의 값("DCT 계수"라고도 한다)의 분포를 분석한 것이다. 여기에서,  $Q_p$ 가 작을수록, 압축률이 작아지므로, 고 전송률로 부호화된 다. 이산 여현 변환 행렬의 원소들의 값들 중, 대체로 30%는 이산 여현 변환 행렬에서 일정 영역( $2 \times 2$ ,  $4 \times 4$ )이내에 집중되어 분포되어 있음을 알 수 있다. 일반적인 이산 여현 변환 행렬의 원소들의 값의 분포는 저주파 대역에 집중되기 때문이다. 다만, 양자화 파라미터가 작을수록, 즉, 화질이 좋아질수록, 이산 여현 변환 행렬의 원소들의 값의 분포가 저주파에서 고주파에 이르기까지 넓게 분포되어 있음을 알 수 있다.

<39> 도 5는 여러 양자화 파라미터에 대한 이산 여현 변환 행렬의 0이 아닌 원소들의 값의 개수의 존재 확률을 나타내는 도면이다.

<40> 도 5는 상기 도 4와 동일한 입력에 대하여 이산 여현 변환 행렬의 0이 아닌 원소들의 값의 개수의 존재 확률을  $Q_p$ 에 따라 분석한 것이다. 인코딩된 MPEG4 스트림을 복호화할 때, 이산 여현 변환 행렬에서 이산 여현 변환 행렬의 0이 아닌 유효한 원소들의 값의 개수가 10개 이하인 경우가 90%임을 나타낸다. 이 결과를 도 4와 비교하면, 이산 여현 변환 행렬의 원소들의 값의 EOB(End Of Block, 블록내의 연산 대상 계수의 개수) 값이 큰 경우라도 이 중에 0이 포함될 확률이 높음을 보여준다. 따라서, 이산 여현 변환 행렬의 원소들의 값 블록에서의 위치와 관계없이, 10여 개 이하의 개수를 가지는 경우, 연산을 줄일 수 있는 알고리즘이 요구되나, 계수의 위치가 일정하지 않기 때문에, 기존의 고속 알고리즘은 이러한 특성에 맞추어 최적화되어 있지 아니하였다.

<41> 도 6은 본 발명에 따른 고속 역 이산 변환 장치의 구성도이다.

<42> 고속 역 이산 변환 장치는 원소 검색부(61), 및 원소별 2 차원 역 이산 여현 변환부(62)로 구성된다.

<43> 일반적으로 영상 데이터를 압축하는 과정은 다음과 같다. 우선, 시간 영역의 영상 신호를 몇 개의 신호 전력의 고주파인 영역과 저주파인 영역으로 분해하여 변환하는 이산 여현 변환을 한다. 여기에서, 영상 신호의 전력은 저주파 영역에 집중되어 있기 때문에 적절한 비트 배분으로 양자화하면 전체의 비트 수를 적게 하여 데이터를 압축할 수 있게 된다. 이어서, 일정한 크기를 가진 양자들로 나눔으로서, 작은 값은 0으로 만들어, 전체적인 데이터량을 줄이기 위한 양자화를 한다. 이때, 0이 되어 사라진 숫자들 때문에, 약간의 정보 손실이 있게 된다. 이어서, 연속적으로 반복되는 문자들(여기서는 0)을 하나의 문자와 그 길이로 대체하는 런 렉스 인코딩(run-length encoding)을 한다. 반복되는 문자가 길거나, 더 자주 나타날수록 압축 효율은 높아진다. 이어서, 지그재그 스캐닝(scaning)을 통하여 만들어진 정수열을 이진수로 변환하는 허프만 인코딩(Huffman encoding)을 한다. 상기된 모든 압축 과정을 통과하면, 8 x 8 행렬은 몇 개의 0과 1의 조합으로 줄어들게 된다. 이와 같이 압축된 영상 데이터를 풀려면, 상기된 압축 과정을 역으로 수행하면 된다.

<44> 상기한 바와 같이, 영상 데이터를 이산 여현 변환한 다음, 양자화하면, 압축 정보의 대부분은 저주파 영역으로 몰리며, 고주파 영역은 거의 제로가 된다. 양자화 스케일이 클수록, 많은 값이 0이 되기 때문에, 이산 여현 변환 행렬에서 0이 아닌 값을 갖는 원소의 개수는 줄어들고, 양자화 스케일이 작을수록, 0이 아닌 값을 갖는 원소의 개수는 많아진다. 일반적으로, 비디오 영상에 대한 이산 여현 변환 행렬의 원소들의 값은 대부분 "0"이고, 일부만 유효한 값을 가지고 있다. 따라서, 유효한 값을 갖는 원소만을 역 이산 여현 변환한다면, 계산량을 줄일 수 있다. 또한, 유효한 값을 갖는 원소만을 역 이산 여현 변환할 때, 역 이산 여현 변환식의 대칭성을 이용하면, 계산량을 더욱 줄일 수 있다. 즉, 원소 검색부(61)는 이산 여현 변환 행렬의 각 원소에 대하여 소정의 순서로 0이 아닌 값을 갖는 원소를 검색한다. 원소별 2 차원 역

이산 여현 변환부(62)는 원소 검색부(61)에서 검색된 0이 아닌 값을 갖는 이산 여현 변환 행렬의 원소를 역 이산 여현 변환 식의 대칭성을 이용하여 2 차원 역 이산 여현 변환함으로서, 복원 행렬의 각 원소의 복원 값을 산출한다.

<45> 일반적으로, 2 차원 역 이산 여현 변환을 하기 위해서는 다음과 같은 식을 사용한다.

<46> **【수학식 1】** 
$$V(x,y)=\sum_{i=0}^{N-1}\sum_{j=0}^{N-1}C(i,j)T(i,j)\cos\left(\frac{(2x+1)i\pi}{2N}\right)\cos\left(\frac{(2y+1)j\pi}{2N}\right)$$

<47> 단,  $i \neq 0$  및  $j \neq 0$  인 경우는  $C(i,j)=2/N$ ,  $i=0$  또는  $j=0$ 인 경우는  $C(i,j)=1/N$

<48> 수학식 1에서  $T(i,j)$ 는 이산 여현 변환 행렬  $T$ 의  $i+1,j+1$  좌표에 있는 원소의 값이고,  $V(x,y)$ 는 이산 여현 변환 행렬로부터 역 이산 여현 변환된 복원 행렬  $V$ 의  $x+1,y+1$  좌표에 있는 원소의 값이다. 만약, 이산 여현 변환 행렬  $T$ 가 일반적으로 사용되는  $8 \times 8$  행렬이라면,  $i,j,x,y$ 는  $0 \sim 7$  사이의 값을 갖고,  $N=8$  이다.

<49> 이산 여현 변환 행렬에서 0이 아닌 값을 갖는 원소만을 처리하기 위하여 중첩의 원리를 사용한다. 즉, 중첩의 원리에 의하여, 이산 여현 변환 행렬의 원소들의 값 블록을 일부씩, 또는 하나씩 나누어서 각각 역 이산 여현 변환한 다음, 그 결과를 합하면 전체를 한꺼번에 역 이산 여현 변환한 것과 같은 결과가 나온다. 본 발명에서는 이산 여현 변환 행렬의 원소들의 값의 블록 값을 하나씩 검색하여, 유효한 값이 있는 부분만을 역 이산 여현 변환한 다음, 그 결과를 최종적으로 합하여 복원 행렬을 구한다. 원소별로 2 차원 역 이산 여현 변환을 하기 위해서는 0이 아닌 값을 갖는 이산 여현 변환 행렬의 원소에 대하여 다음 식과 같이 계산하여야 한다.

<50> **【수학식 2】** 
$$\begin{aligned} IDCT(T)=IDCT(T(0,0))+IDCT(T(0,1))+IDCT(T(0,2))+\dots \\ +IDCT(T(0,7)) \end{aligned}$$

<51>  $+IDCT(T(1,0))+IDCT(T(1,1))+IDCT(T(1,2))+\dots+IDCT(T(1,7))$

<52>  $+IDCT(T(2,0))+IDCT(T(2,1))+IDCT(T(2,2))+\dots+IDCT(T(2,7))$

<53>  $+\dots+$

<54>  $+IDCT(T(7,0))+IDCT(T(7,1))+IDCT(T(7,2))+\dots+IDCT(T(7,7))$

<55> 여기에서,  $IDCT(T)$ 는  $8 \times 8$  이산 여현 변환 행렬  $T$ 로부터 역 이산 여현 변환된  $8 \times 8$  복원 행렬  $V$ 를 말하고,  $IDCT(T(0,0))$ 는 수학적 식 1에 이산 여현 변환 행렬의 첫 행 및 첫 열의 원소의 값인  $T(0,0)$ 와 그 좌표 값  $i=0, j=0$ 을 대입한 다음, 복원 행렬  $V$ 의 각각의 좌표 값  $x=0\sim7, y=0\sim7$ 을 대입한 결과 값이,  $x, y$  좌표에 있는 원소의 값이 되는  $8 \times 8$  행렬이고, 이것은  $8 \times 8$  복원 행렬  $V$ 의 일부 값이 된다. 즉, 이산 여현 변환 행렬  $T$ 의 0이 아닌 모든 원소에 대하여, 복원 행렬  $V$ 의 일부 값이 되는 행렬을 모두 구한 후 합하면, 중첩의 원리에 의하여 우리가 구하고자 하는 복원 행렬의 값을 얻을 수 있다. 본 발명을 실제적으로 구현할 때에는, 상기된 복원 행렬  $V$ 의 일부 값이 되는 행렬은 메모리에 테이블 형태로 저장하고, 이후 저장된 모든 테이블들의 대응되는 메모리 주소에 있는 값들을 합함으로서, 복원 행렬 값을 구할 수 있다.

<56> 만약, 이산 여현 변환 행렬에 있어서, 0이 아닌 값을 갖는 원소의 개수가 10개라면 원소별 2 차원 역 이산 여현 변환은 다음 식과 같이 될 것이다.

<57> 【수학적 식 3】  $IDCT(T)=IDCT(T(0,0))+IDCT(T(0,1))+IDCT(T(0,2))+IDCT(T(0,3))$

<58>  $+IDCT(T(1,0))+IDCT(T(1,1))+IDCT(T(1,2))$

<59>  $+IDCT(T(2,0))+IDCT(T(2,1))$

<60>  $+IDCT(T(3,0))$

- <61> 원소별 2 차원 역 이산 여현 변환부(62)는 기본 값 산출 저장부(621), 및 기본 값 반복 가산부(622)로 구성된다.
- <62> 기본 값 산출 저장부(621)는 원소 검색부(61)에서 검색된 0이 아닌 값을 갖는 원소의 값  $T(i,j)$ 를 대입한 역 이산 여현 변환 식, 즉 수학식 1에, 상기 0이 아닌 값을 갖는 원소의 좌표 값  $i,j$ 을 대입하고, 상기 복원 행렬의 원소들 중에서 상기 역 이산 여현 변환 식의 대칭성에 따라 결정된 기본 원소들의 좌표 값  $x,y$ 을 대입함으로써, 상기 0이 아닌 값을 갖는 원소에 대한 상기 복원 행렬의 각 원소의 기본 값들을 산출하여 저장한다. 역 이산 여현 변환 식인 수학식 1에 포함된 코사인 함수의 주기성으로 인하여, 역 이산 여현 변환 식은 대칭성을 갖게 된다. 따라서, 역 이산 여현 변환 식에 0이 아닌 값을 갖는 원소의 값  $T(i,j)$ 와 그 좌표 값  $i,j$ 을 대입하고, 상기 복원 행렬의 모든 원소들의 좌표 값  $x=0\sim7, y=0\sim7$ 을 대입하면, 대칭적인 일부 값들을 얻게 된다. 이러한 대칭성을 이용하면, 역 이산 여현 변환에 소요되는 계산량을 대폭 줄일 수 있는데, 본 발명은 복원 행렬에서 상기된 대칭적인 일부 값들을 갖는 원소들 중에 하나를 기본 원소로 정하여, 기본 원소에 대한 일부 값만을 구한 후, 다른 원소들의 일부 값들은 기본 원소의 일부 값을 상하좌우로 회전시키거나, 부호를 반전시켜 구한다. 여기에서, 기본 원소의 일부 값을 그 기본 원소의 기본 값이라 명명하였다.
- <63> 기본 값 반복 가산부(622)는 기본 값 산출 저장부(621)에 저장된 기본 값들을 복원 행렬의 각 원소의 값에, 기본 원소의 좌표에 따른 대칭성 타입에 따라 반복적으로 가산하여, 복원 행렬의 각 원소의 복원 값을 산출한다. 상기한 바와 같이, 이산 여현 변환 행렬의 0이 아닌 모든 원소에 대하여, 복원 행렬의 일부 값이 되는 행렬을 모두 구한 후 합하면, 중첩의 원리에 의하여 우리가 구하고자 하는 복원 행렬의 값을 얻을 수 있다. 따라서, 이산 여현 변환 행렬의



0이 아닌 모든 원소에 대하여, 기본 원소의 일부 값인 기본 값들을 구한 후, 모두 합하면 기본 원소의 역 이산 여현 변환 값을 구할 수 있다. 기본 원소들 이외의 다른 원소들의 역 이산 여현 변환 값은 기본 값들을 각각 상하좌우로 회전시키거나, 부호를 반전시킨 후, 모두 합하면 구할 수 있다. 즉, 복원 행렬의 일부 값이 되는 행렬의 모든 원소를 일일이 구할 필요가 없는 것이다.

<64> 도 7은 일반적인  $8 \times 8$  이산 여현 변환 행렬의 일 예를 나타내는 도면이다.

<65> 영상 정보가 집중된 원소일수록 진하게 도시하였다. 상기한 바와 같이, 영상 정보가 가장 많이 집중된 원소, 즉 가장 낮은 주파수 대의 원소인 A1이 가장 진하게 도시되어 있다. 특히, A1의 값을 DC(저주파) 값이라 하고, 나머지 63개의 원소의 값을 AC(고주파) 값이라 한다. DC 값 및 이 근처에 있는 원소의 값들, 행렬 좌측 상단에 있는 원소의 값들은 영상 전체의 명도를 좌지우지하는 매우 중요한 정보를 담고 있다.

<66> 원소 검색부(61)에서 이산 여현 변환 행렬의 각 원소에 대하여 0이 아닌 값을 갖는 원소를 검색하는 순서는 수평적(horizontal) 방향으로 각 원소로 이어지는 순서로 검색할 수도 있고, 수직적(vertical) 방향으로 각 원소로 이어지는 순서로 검색할 수도 있으나, 0이 아닌 값을 갖는 원소는 행렬의 좌측 상단에 몰려 있기 때문에, A1을 출발점으로 하여 지그재그 방향으로 각 원소로 이어지는 순서로 검색한다. 즉, A1, A2, A3, . . .로 이어지는 순서로 검색하는 것이 가장 적은 처리량으로 가장 많은 0이 아닌 값을 갖는 원소를 검색할 수 있다.

<67> 도 8은 역 이산 여현 변환 식에 포함된 코사인 함수의 인수 값을 테이블로 도시한 도면이다.

<68>  $8 \times 8$  이산 여현 변환 행렬에 대하여, 역 이산 여현 변환 식인 수학식 1에서 이산 여현 변환 행렬의 원소의 값인  $T(i, j)$ 를 제외시키면, 다음 식과 같이 단순화될 수 있다.

&lt;69&gt;

【수학식 4】  $\text{sign} \times C \times \cos\left(\frac{k\pi}{16}\right) \times \cos\left(\frac{p\pi}{16}\right)$

&lt;70&gt;

여기에서  $k=(2x+1)i$ ,  $p=(2y+1)j$ 이고,  $C=C(i,j)$ 이다.

&lt;71&gt;

수학식 4의 결과 값에 이산 여현 변환 행렬의 원소의 값을 곱하면, 일부 값이 되므로, 수학식 3의 결과 값은 정규화된 값이라고도 말할 수 있다. 도 8은  $8 \times 8$  이산 여현 변환 행렬의 원소의 좌표  $m, n$ 에 따라, 수학식 3에 포함된 코사인 함수의 인수 값  $k, p$ 를 기재한 코사인 인수 값 테이블이다. 여기에서,  $m, n$ 은  $8 \times 8$  이산 여현 변환 행렬에서의 원소의 실제 좌표 값이므로 수학식 1에 대입되는 원소의 좌표 값보다 1만큼 크다. 즉,  $i=m-1, j=n-1$ 이 된다.

&lt;72&gt;

예를 들면, 이산 여현 변환 행렬의 원소들의 값의 좌표가  $m=6, n=4$ (즉,  $i=5, j=3$ )인 경우,  $\cos\left(\frac{5\pi}{16}\right), -\cos\left(\frac{1\pi}{16}\right), \cos\left(\frac{7\pi}{16}\right), \cos\left(\frac{3\pi}{16}\right)$ 와  $\cos\left(\frac{3\pi}{16}\right), -\cos\left(\frac{7\pi}{16}\right), -\cos\left(\frac{1\pi}{16}\right), -\cos\left(\frac{5\pi}{16}\right)$ 의 조합의 곱으로  $4 \times 4 = 16$ 개의 상수가 생성되어야 하나, 서로 중복되는 값들이 존재하므로, 중복되는 값들은 제외되어야 한다. 여기에서, 중복되는 값들의 개수는  ${}_pC_2$  이다.  $p$ 는 도 8의 테이블에서 동일한 값을 갖는 행 좌표 값에 의한 코사인 인수 값과 열 좌표 값에 의한 코사인 인수 값의 개수이다. 상기된  $i=6, j=4$ 인 경우는  $p=1, 3, 5, 7$ 이다. 따라서, 중복되는  ${}_4C_2$ , 즉 6개를 제외하고 10개의 상수가 생성된다. 이산 여현 변환 행렬의 모든 원소에 대하여, 다음과 같이 정리될 수 있다.

&lt;73&gt;

첫째, 이산 여현 변환 행렬의 원소의 행과 열이 모두 짝수인 경우,  $k=1, 3, 5, 7$ 이고,  $p=1, 3, 5, 7$ 이므로  $4 \times 4 = 16$ 개의 상수가 생성되어야 하나, 이 중에서 중복되는  ${}_4C_2$ , 즉 6개를 제외하면, 모두 10개의 상수가 생성된다.

- <74> 둘째, 이산 여현 변환 행렬의 원소의 행과 열이 모두 홀수인 경우,  $k=2, 6$ 이고,  $p=2, 6$ 이므로  $2 \times 2=4$  개의 상수가 생성되어야 하나, 이 중에서 중복되는  ${}_2C_2$ , 즉 1개를 제외하면 모두 3개의 상수가 생성된다.
- <75> 셋째, 그 외의 경우는 중복되는 것이 없으므로  $4 \times 2=8, 4 \times 1=4, 2 \times 1=2, 1 \times 1=1$ 개의 상수가 생성된다.
- <76> 도 9는 역 이산 여현 변환하기 위하여 요구되는 이산 여현 변환 행렬의 원소의 위치에 따른 곱셈의 회수를 테이블로 도시한 도면이다.
- <77> 상기 도 8과 같이, 중복이 되는 것을 제외하고 상수를 만들면, 이산 여현 변환 행렬의 원소들의 값의 위치에 따라 도 9와 같은 개수의 상수가 필요하다. 상기한 바와 같이, 상수는 이산 여현 변환 행렬의 원소들의 값을 정규화하여 구한 이산 여현 변환 값이므로, 이 상수에 각 이산 여현 변환 행렬의 원소들의 값을 곱하면, 각 이산 여현 변환 행렬의 원소들의 값의 역 이산 여현 변환 값을 구할 수 있다. 따라서, 이산 여현 변환 행렬의 각 원소들에 대하여 역 이산 여현 변환 값을 계산하기 위해 수행해야 할 곱셈의 회수는 도 9와 같다.
- <78> 도 10은 상기 도 6의 기본 값 산출 저장부의 상세 구성도이다.
- <79> 상기 도 6의 기본 값 산출 저장부(621)는 제 1 기본 값 산출 저장부(101), 제 2 기본 값 열 산출 저장부(102), 제 3 기본 값 행 산출 저장부(103), 제 4 기본 값 산출 저장부(104), 제 5 기본 값 산출 저장부(105), 제 6 기본 값 산출 저장부(106), 및 제 7 기본 값 산출 저장부(107)로 구성된다.

- <80> 제 1 기본 값 산출 저장부(101)는 0이 아닌 값을 갖는 원소의 좌표 값이 첫 행 및 첫 열, 즉  $(i=0, j=0)$  인 경우, 역 이산 여현 변환 식, 즉 수학식 1에 첫 행 및 첫 열의 원소로 결정된 기본 원소의 좌표 값  $(x=0, y=0)$ 을 대입함으로서, 제 1 기본 값을 산출하여 저장한다.
- <81> 제 2 기본 값 열 산출 저장부(102)는 0이 아닌 값을 갖는 원소의 좌표 값이 첫 행 및 첫 열을 제외한 임의의 행 및 첫 열, 즉  $(i=1, j=0), (i=2, j=0), \dots, (i=5, j=0)$ , 또는  $(i=7, j=0)$ 인 경우, 역 이산 여현 변환 식, 즉 수학식 1에 임의의 행 및 첫 열의 원소로 결정된 기본 원소들의 좌표 값, 즉  $(x=0, j=0), (x=1, y=0), \dots, (x=6, y=0)$ , 및  $(x=7, y=0)$ 을 대입함으로서, 제 2 기본 값 열을 산출하여 저장한다.
- <82> 제 3 기본 값 행 산출 저장부(103)는 0이 아닌 값을 갖는 원소의 좌표 값이 첫 행 및 첫 열을 제외한 첫 행 및 임의의 열, 즉  $(i=0, j=1), (i=0, j=2), \dots, (i=0, j=6)$ , 또는  $(i=0, j=7)$ 인 경우, 상기 역 이산 여현 변환 식에 첫 행 및 임의의 열의 원소로 결정된 기본 원소들의 좌표 값, 즉  $(x=0, j=0), (x=0, y=1), \dots, (x=0, y=6)$ , 및  $(x=0, y=7)$ 을 대입함으로서, 제 3 기본 값 행을 산출하여 저장한다.
- <83> 제 4 기본 값 산출 저장부(104)는 0이 아닌 값을 갖는 원소의 좌표 값이 A 타입의 대칭성을 갖는 원소들의 좌표 값, 즉  $(i=2, j=2)$  등인 경우, 상기 역 이산 여현 변환 식, 즉 수학식 1에 제 1 사분면의 원소들로 결정된 기본 원소들의 좌표 값, 즉  $(x=0, y=0), (x=0, y=1), (x=0, y=2), (x=0, y=3), (x=1, y=0), (x=1, y=1), (x=1, y=2), (x=1, y=3), (x=2, y=0), (x=2, y=1), (x=2, y=2), (x=2, y=3), (x=3, y=0), (x=3, y=1), (x=3, y=2), (x=3, y=3)$ 를 대입함으로서, 제 4 기본 값 행렬을 산출하여 저장하는 제 4 기본 값 산출 저장부;
- <84> 제 5 기본 값 산출 저장부(105)는 0이 아닌 값을 갖는 원소의 좌표 값이 B 타입의 대칭성을 갖는 원소들의 좌표 값, 즉  $(i=2, j=1)$  등인 경우, 역 이산 여현 변환 식, 즉 수학식 1에

제 1 사분면의 원소들로 결정된 기본 원소들의 좌표 값, 즉  $(x=0,y=0)$ ,  $(x=0,y=1)$ ,  $(x=0,y=2)$ ,  $(x=0,y=3)$ ,  $(x=1,y=0)$ ,  $(x=1,y=1)$ ,  $(x=1,y=2)$ ,  $(x=1,y=3)$ ,  $(x=2,y=0)$ ,  $(x=2,y=1)$ ,  $(x=2,y=2)$ ,  $(x=2,y=3)$ ,  $(x=3,y=0)$ ,  $(x=3,y=1)$ ,  $(x=3,y=2)$ ,  $(x=3,y=3)$ 를 대입함으로서, 제 5 기본 값 행렬을 산출하여 저장한다.

<85> 제 6 기본 값 산출 저장부(106)는 0이 아닌 값을 갖는 원소의 좌표 값이 C 타입의 대칭성을 갖는 원소들의 좌표 값, 즉  $(i=1,j=2)$  등인 경우, 역 이산 여현 변환 식, 즉 수학식 1에 제 1 사분면의 원소들로 결정된 기본 원소들의 좌표 값, 즉  $(x=0,y=0)$ ,  $(x=0,y=1)$ ,  $(x=0,y=2)$ ,  $(x=0,y=3)$ ,  $(x=1,y=0)$ ,  $(x=1,y=1)$ ,  $(x=1,y=2)$ ,  $(x=1,y=3)$ ,  $(x=2,y=0)$ ,  $(x=2,y=1)$ ,  $(x=2,y=2)$ ,  $(x=2,y=3)$ ,  $(x=3,y=0)$ ,  $(x=3,y=1)$ ,  $(x=3,y=2)$ ,  $(x=3,y=3)$ 를 대입함으로서, 제 6 기본 값 행렬을 산출하여 저장한다.

<86> 제 7 기본 값 산출 저장부(107)는 0이 아닌 값을 갖는 원소의 좌표 값이 D 타입의 대칭성을 갖는 원소들의 좌표 값, 즉  $(i=1,j=1)$ 인 경우, 역 이산 여현 변환 식, 즉 수학식 1에 제 1 사분면의 원소들로 결정된 기본 원소들의 좌표 값, 즉  $(x=0,y=0)$ ,  $(x=0,y=1)$ ,  $(x=0,y=2)$ ,  $(x=0,y=3)$ ,  $(x=1,y=0)$ ,  $(x=1,y=1)$ ,  $(x=1,y=2)$ ,  $(x=1,y=3)$ ,  $(x=2,y=0)$ ,  $(x=2,y=1)$ ,  $(x=2,y=2)$ ,  $(x=2,y=3)$ ,  $(x=3,y=0)$ ,  $(x=3,y=1)$ ,  $(x=3,y=2)$ ,  $(x=3,y=3)$ 를 대입함으로서, 제 7 기본 값 행렬을 산출하여 저장한다.

<87> 도 11은 이산 여현 변환 행렬을 역 이산 여현 변환한 복원 행렬의 대칭성을 나타내는 도면이다.

<88> 역 이산 여현 변환 식, 즉 수학식 1에 포함된 코사인의 주기성으로 인하여, 역 이산 여현 변환 식은 대칭성을 갖게 된다. 따라서, 이산 여현 변환 행렬을 역 이산 여현 변환하면, 도식된 바와 같이, 복원 행렬의 일부 값이 되는 행렬들은 대칭적인 값들을 가지게 된다(상기된



바와 같이, 중첩의 원리에 의하여 복원 행렬의 일부 값이 되는 행렬들을 모두 구하여 합하면 완전한 복원 행렬이 된다). 복원 행렬의 일부 값이 되는 행렬 전체를 사분면으로 나누고, 왼쪽 상단을 제 1 사분면, 오른쪽 상단을 제 2 사분면, 왼쪽 하단을 제 3 사분면, 오른쪽 하단을 제 4 사분면이라고 하자. 제 1 사분면에 해당하는  $4 \times 4$  소행렬을 R이라 하면, 도 11에 도시된 바와 같이, 제 2 사분면은 좌우로 대칭되고, 제 3 사분면은 상하로 대칭되고, 제 4 사분면은 상하좌우로 대칭된다.

<89> 또한, 복원 행렬의 원소들의 위치에 따라서, 상기된 사분면의 부호 변화가 다른 패턴으로 나타난다. 이러한 패턴은 4 가지 타입, 즉 A 타입, B 타입, C 타입, D 타입으로 분류할 수 있는데, 도 11에 도시된 바와 같이, A 타입은 사분면 모두 양이고, B 타입은 제 1 사분면과 제 3 사분면은 양, 제 2 사분면과 제 4 사분면은 음이고, C 타입은 제 1 사분면과 제 2 사분면은 양, 제 3 사분면과 제 4 사분면은 음이고, D 타입은 제 1 사분면과 제 4 사분면은 양, 제 2 사분면과 제 3 사분면은 음이다.

<90> 도 12는 이산 여현 변화 행렬의 원소들의 위치에 따른 대칭성 타입을 테이블로 도시한 도면이다.

<91> 도 12는  $8 \times 8$  이산 여현 변환 행렬의 원소들의 위치에 따른 여러 가지 대칭성 타입, 즉 A 타입, B 타입, C 타입, D 타입을 테이블로 도시한 도면이다. 첫 행 및 첫 열의 원소는 하나의 DC 값을 갖는다. 첫 행 및 첫 열의 원소를 제외한 첫 열의 원소들의 값은 각각의 행에 대해서는 DC 값으로 볼 수 있으므로, 이것들을 역 이산 여현 변환한 결과 값은 수평 방향으로 동일한 값을 가지게 된다. 즉, 8개 열의 이산 여현 변환 결과 값이 모두 같게 된다. 첫 행 및 첫 열의 원소를 제외한 첫 행의 원소들의 값은 각각의 열에 대해서는 DC 값으로 볼 수 있으므로, 이것들을 역 이산 여현 변환한 결과 값은 수직 방향으로 동일한 값을 가지게 된다. 즉, 8개 행



의 이산 여현 변환 결과 값이 모두 같게 된다. 나머지 원소들은 도 12에 도시된 바와 같이, A 타입, B 타입, C 타입, 또는 D 타입 중 어느 하나의 대칭성 타입을 갖는다.

<92> 도 13은 상기 도 6의 기본 값 반복 가산부(622)의 상세 구성도이다.

<93> 상기 도 6의 기본 값 반복 가산부(622)는 제 1 기본 값 초기화부(131), 제 2 기본 값 열 가산부(132), 제 3 기본 값 행 가산부(133), 제 4 기본 값 행렬 가산부(134), 제 5 기본 값 행렬 가산부(135), 제 6 기본 값 행렬 가산부(136), 및 제 7 기본 값 행렬 가산부(137)로 구성된다.

<94> 제 1 기본 값 초기화부(131)는 제 1 기본 값 산출 저장부(101)에 저장된 제 1 기본 값으로 복원 행렬의 각 원소의 값을 초기화한다. 제 2 기본 값 열 가산부(132)는 제 2 기본 값 열 산출 저장부(102)에 저장된 제 2 기본 값 열을 복원 행렬의 각 열의 원소에 가산한다. 제 3 기본 값 행 가산부(133)는 제 3 기본 값 행 산출 저장부(103)에 저장된 제 3 기본 값 행을 복원 행렬의 각 행의 원소에 가산한다. 제 4 기본 값 행렬 가산부(134)는 제 4 기본 값 행렬 산출 저장부(104)에 저장된 제 4 기본 값 행렬을 A 타입 대칭성에 따라 복원 행렬의, 제 1 사분면의 원소들에 그대로 가산하고, 제 2 사분면의 원소들에 좌우를 반전시켜 가산하고, 제 3 사분면의 원소들에 상하를 반전시켜 가산하고, 제 4 사분면의 원소들에 상하 및 좌우로 반전시켜 가산한다. 제 5 기본 값 행렬 가산부(135)는 제 5 기본 값 행렬 산출 저장부(105)에 저장된 제 5 기본 값 행렬을 B 타입 대칭성에 따라 복원 행렬의, 제 1 사분면의 원소들에 그대로 가산하고, 제 2 사분면의 원소들에 좌우 및 음으로 반전시켜 가산하고, 제 3 사분면의 원소들에 상하를 반전시켜 가산하고, 제 4 사분면의 원소들에 상하, 좌우, 및 음으로 반전시켜 가산한다. 제 6 기본 값 행렬 가산부(136)는 제 6 기본 값 행렬 산출 저장부(106)에 저장된 제 6 기본 값 행렬을 C 타입 대칭성에 따라 복원 행렬의, 제 1 사분면의 원소들에 그대로 가산하고, 제 2 사분면

의 원소들에 좌우로 반전시켜 가산하고, 제 3 사분면의 원소들에 상하 및 음으로 반전시켜 가산하고, 제 4 사분면의 원소들에 상하, 좌우, 및 음으로 반전시켜 가산한다. 제 7 기본 값 행렬 가산부(137)는 제 7 기본 값 행렬 산출 저장부(107)에 저장된 제 7 기본 값 행렬을 C 타입 대칭성에 따라 복원 행렬의, 제 1 사분면의 원소들에 그대로 가산하고, 제 2 사분면의 원소들에 좌우 및 음으로 반전시켜 가산하고, 제 3 사분면의 원소들에 상하 및 음으로 반전시켜 가산하고, 제 4 사분면의 원소들에 상하 및 좌우로 반전시켜 가산한다.

<95>        여기에서, 이산 여현 변환 행렬을 역 이산 여현 변환한 결과인, 복원 행렬의 각 원소는 상기 도 12에 도시된 바와 같이, 복원 행렬의 첫 행, 또는 첫 열을 제외한 원소들 중에서, 짝수 번째 행에 속하는 원소들은 차례대로 상기 D 타입의 대칭성, 및 상기 C 타입의 대칭성을 반복하여 연속적으로 갖고(즉, D, C, D, C, . . . ), 홀수 번째에 속하는 원소들은 차례대로 상기 B 타입의 대칭성, 및 상기 A 타입의 대칭성을 반복하여 연속적으로 갖는다(즉, B, A, B, A, . . . ).

<96>        도 14는 상기 도 6의 기본 값 반복 가산부(622)의 여러 가산 방식을 입체적으로 도시한 도면이다.

<97>        상기한 바와 같이, 상기 도 6의 기본 값 반복 가산부(622)는 입력된 이산 여현 변환 행렬의 원소의 위치에 따라, 가산을 하는 방식이 다르다. 상기 도 12와 같이, 이산 여현 변환 행렬에서 원소의 위치에 따라 DC, 첫 열, 첫 행, A, B, C, D로 나누고, 이것을 다음과 같은 3 가지 가산 방법으로 나누어 처리한다.

<98>        첫째, 이산 여현 변환 행렬의 원소의 위치가 첫 열 및 첫 행인 경우, 이산 여현 변환 식으로부터 하나의 기본 원소의 일부 값인 제 1 기본 값, 즉 DC 값만이 산출되고, 상기 도 10의 제 1 기본 값 산출 저장부(101, 141)에 저장한다. 이때, 복원 행렬의 기본 원소의 좌표는



( $x=0, y=0$ )이 되고, 제 1 기본 값 산출 저장부(101, 141)의 저장 용량은 1이 된다(상대적 크기이다). 상기 도 13의 제 1 기본 값 초기화부(131)는 제 1 기본 값 산출 저장부(101, 141)에 저장된 제 1 기본 값으로 복원 행렬의 각 원소의 값을 초기화한다. 즉, 복원 행렬의 모든 원소는 DC 값으로 동일하게 기록된다. 일일이 나머지 원소들의 좌표 값, 즉  $64-1=63$ 개의 좌표 값들을 이산 여현 변환 식에 대입하여 계산할 필요가 없으므로, 계산량이 대폭 감소되게 된다.

<99> 둘째, 이산 여현 변환 행렬의 원소의 위치가 첫 행, 또는 첫 열인 경우(단, 상기된 DC 값을 갖는 첫 행 및 첫 열은 제외한다), 이산 여현 변환 식으로부터 8개의 값이 산출되고, 상기 도 10의 제 2 기본 값 열 산출 저장부(102, 142), 또는 제 3 기본 값 행 산출 저장부(103, 143)에 저장한다. 이때, 제 2 기본 값 열 산출 저장부(102), 또는 제 3 기본 값 행 산출 저장부(103, 143)의 저장 용량은 8이 된다. 여기에서, 이산 여현 변환 행렬의 원소의 위치가 첫 열인 경우, 상기한 바와 같이 이산 여현 변환 결과 값은 수평 방향으로 동일한 값을 가진다. 즉, 1 열에서 8 열까지 8개의 값이 모두 같은 값을 가진다. 따라서, 도식된 바와 같이 복원 행렬의 기본 원소의 좌표는  $(x=0, y=0), (x=1, y=0), \dots, (x=7, y=0)$ 으로 8개가 된다. 또한, 이산 여현 변환 행렬의 원소의 위치가 첫 행인 경우, 상기한 바와 같이 이산 여현 변환 결과 값은 수직 방향으로 동일한 값을 가진다. 즉, 1 행에서 8 행까지 8개의 값이 모두 같은 값을 가진다. 따라서, 도식된 바와 같이 복원 행렬의 기본 원소의 좌표는  $(x=0, y=0), (x=0, y=1), \dots, (x=0, y=7)$ 로 8개가 된다. 상기 도 13의 제 2 기본 값 열 가산부(132)는 제 2 기본 값 열 산출 저장부(102, 142)에 저장된 제 2 기본 값 열을 복원 행렬의 각 열의 원소에 가산한다. 예를 들면, 이산 여현 변환 행렬의 0이 아닌 값을 갖는 원소의 좌표가  $(i=1, j=0)$ 인 경우, 복원 행렬의 기본 원소의 좌표는  $(x=0, y=0), (x=0, y=1), \dots, (x=0, y=7)$ 이 되므로, 이산 여현 변환 결과 값은 8개이고, 그것은 도식된 바와 같이 제 2 기본 값 열 산출 저장부(102, 142)에 열로서 저

장된다. 이것을 1 열부터 8 열까지 8번 반복하여 가산하면, 일일이 수평 방향에 있는 다른 원소들의 좌표 값, 즉  $64-8=56$ 개의 좌표 값들을 이산 여현 변환 식에 대입하여 계산할 필요가 없으므로, 계산량이 대폭 감소되게 된다. 마찬가지로, 상기 도 13의 제 3 기본 값 행 가산부(133)는 제 3 기본 값 행 산출 저장부(103, 143)에 저장된 제 3 기본 값 행을 복원 행렬의 각 행의 원소에 가산한다. 예를 들면, 이산 여현 변환 행렬의 0이 아닌 값을 갖는 원소의 좌표가  $(i=0, j=1)$ 인 경우, 복원 행렬의 기본 원소의 좌표는  $(x=0, y=0), (x=1, y=0), \dots, (x=7, y=0)$ 이 되므로, 이산 여현 변환 결과 값은 8개이고, 그것은 도식된 바와 같이 제 2 기본 값 열 산출 저장부(102, 142)에 행으로서 저장된다. 이것을 1 행부터 8 행까지 8번 반복하여 가산하면, 일일이 수직 방향에 있는 다른 원소들의 좌표 값, 즉  $64-8=56$ 개의 좌표 값들을 이산 여현 변환 식에 대입하여 계산할 필요가 없으므로, 계산량이 대폭 감소되게 된다.

<100> 셋째, 이산 여현 변환 행렬의 원소의 위치가 첫 행, 또는 첫 열을 제외한 위치인 경우, 이산 여현 변환 식으로부터 16개의 값이 산출되고, 상기 도 10의 제 4 기본 값 열 산출 저장부(104, 144), 제 5 기본 값 행 산출 저장부(105, 145), 제 6 기본 값 행 산출 저장부(106, 146), 또는 제 7 기본 값 행 산출 저장부(107, 147)에 저장한다. 이때, 제 4 기본 값 열 산출 저장부(104, 144), 제 5 기본 값 행 산출 저장부(105, 145), 제 6 기본 값 행 산출 저장부(106, 146), 또는 제 7 기본 값 행 산출 저장부(107, 147)의 저장 용량은 16이 된다. 다만, 동일한 방식으로 가산되는 첫째, 둘째 경우와 달리, 도식된 바와 같이 4가지 패턴의 대칭성을 가지고 가산된다. 즉, 각각의 패턴에 따라, 서로 다른 임시 저장소인 제 4 기본 값 열 산출 저장부(104, 144), 제 5 기본 값 행 산출 저장부(105, 145), 제 6 기본 값 행 산출 저장부(106, 146), 또는 제 7 기본 값 행 산출 저장부(107, 147)에 전체 결과의

1/4인 16 개의 값만 저장한다. 이렇게 저장된 기본 값을 대칭성에 따라 가산하면 되므로, 일일이 역 이산 여현 변환하여 가산하는 경우보다 계산량이 1/4로 줄게 된다.

<101> 이산 여현 변환 행렬의 원소의 위치가 상기 도 12의 A에 위치하는 경우, 상기 도 13의 제 4 기본 값 행렬 가산부(134)는 제 4 기본 값 행렬 산출 저장부(104, 144)에 저장된 제 4 기본 값 행렬, 즉 16개의 값들을 A 타입 대칭성에 따라 복원 행렬의, 제 1 사분면의 원소들에 그대로 가산하고, 제 2 사분면의 원소들에 좌우를 반전시켜 가산하고, 제 3 사분면의 원소들에 상하를 반전시켜 가산하고, 제 4 사분면의 원소들에 상하 및 좌우로 반전시켜 가산한다. 예를 들면, 이산 여현 변환 행렬의 0이 아닌 값을 갖는 원소의 좌표가  $(i=2, j=2)$ 인 경우, 복원 행렬의 기본 원소의 좌표는  $(x=0, y=0)$ ,  $(x=0, y=1)$ ,  $(x=0, y=2)$ ,  $(x=0, y=3)$ ,  $(x=1, y=0)$ ,  $(x=1, y=1)$ ,  $(x=1, y=2)$ ,  $(x=1, y=3)$ ,  $(x=2, y=0)$ ,  $(x=2, y=1)$ ,  $(x=2, y=2)$ ,  $(x=2, y=3)$ ,  $(x=3, y=0)$ ,  $(x=3, y=1)$ ,  $(x=3, y=2)$ ,  $(x=3, y=3)$ 가 되므로, 이산 여현 변환 결과 값은 16개이고, 그것은 도시된 바와 같이 제 4 기본 값 열 산출 저장부(104, 144)에 4x4 행렬로서 저장된다. 이것을 제 1 사분면의 원소들에 그대로 가산하고, 제 2 사분면의 원소들에 좌우를 반전시켜 가산하고, 제 3 사분면의 원소들에 상하를 반전시켜 가산하고, 제 4 사분면의 원소들에 상하 및 좌우로 반전시켜 가산하면, 일일이 다른 사분면에 있는 다른 원소들의 좌표 값, 즉  $64-16=48$ 개의 좌표 값들을 이산 여현 변환 식에 대입하여 계산할 필요가 없으므로, 계산량이 대폭 감소되게 된다.

<102> 이산 여현 변환 행렬의 원소의 위치가 상기 도 12의 B에 위치하는 경우, 상

기 도 13의 제 5 기본 값 행렬 가산부(135)는 제 5 기본 값 행렬 산출 저장부(105)에 저장된 제 5 기본 값 행렬, 즉 16개의 값들을 B 타입 대칭성에 따라 복원 행렬의, 제 1 사분면의 원소들에 그대로 가산하고, 제 2 사분면의 원소들에 좌우 및 음으로 반전시켜 가산하고, 제 3 사분면의 원소들에 상하를 반전시켜 가산하고, 제 4 사분면의 원소들에 상하, 좌우, 및 음으로 반전시켜 가산한다. 예를 들면, 이산 여현 변환 행렬의 0이 아닌 값을 갖는 원소의 좌표가  $(i=2, j=1)$ 인 경우, 복원 행렬의 기본 원소의 좌표는  $(x=0, y=0)$ ,  $(x=0, y=1)$ ,  $(x=0, y=2)$ ,  $(x=0, y=3)$ ,  $(x=1, y=0)$ ,  $(x=1, y=1)$ ,  $(x=1, y=2)$ ,  $(x=1, y=3)$ ,  $(x=2, y=0)$ ,  $(x=2, y=1)$ ,  $(x=2, y=2)$ ,  $(x=2, y=3)$ ,  $(x=3, y=0)$ ,  $(x=3, y=1)$ ,  $(x=3, y=2)$ ,  $(x=3, y=3)$ 가 되므로, 이산 여현 변환 결과 값은 16개이고, 그것은 도식된 바와 같이 제 5 기본 값 열 산출 저장부(105, 145)에 4x4 행렬로서 저장된다. 이것을 제 1 사분면의 원소들에 그대로 가산하고, 제 2 사분면의 원소들에 좌우 및 음으로 반전시켜 가산하고, 제 3 사분면의 원소들에 상하를 반전시켜 가산하고, 제 4 사분면의 원소들에 상하, 좌우, 및 음으로 반전시켜 가산하면, 일일이 다른 사분면에 있는 다른 원소들의 좌표 값, 즉  $64-16=48$ 개의 좌표 값들을 이산 여현 변환 식에 대입하여 계산할 필요가 없으므로, 계산량이 대폭 감소되게 된다.

<103> 이산 여현 변환 행렬의 원소의 위치가 상기 도 12의 C에 위치하는 경우, 상기 도 13의 제 6 기본 값 행렬 가산부(136)는 제 6 기본 값 행렬 산출 저장부(106, 146)에 저장된 제 6 기본 값 행렬, 즉 16개의 값들을 C 타입 대칭성에 따라 복원 행렬의, 제 1 사분면의 원소들에 그대로 가산하고, 제 2 사분면의 원소들에 좌우로 반전시켜 가산하고, 제 3 사분면의 원소들에 상하 및 음으로 반전시켜 가산하고, 제 4 사분면의 원소들에 상하, 좌우, 및 음으로 반전시켜 가산한다. 예를 들면, 이산 여현 변환 행렬의 0이 아닌 값을 갖는 원소의 좌표가  $(i=1, j=2)$ 인 경우, 복원 행렬의 기본 원소의 좌표는  $(x=0, y=0)$ ,  $(x=0, y=1)$ ,  $(x=0, y=2)$ ,  $(x=0, y=3)$ ,

$(x=1,y=0), (x=1,y=1), (x=1,y=2), (x=1,y=3), (x=2,y=0); (x=2,y=1), (x=2,y=2), (x=2,y=3),$   
 $(x=3,y=0), (x=3,y=1), (x=3,y=2), (x=3,y=3)$ 가 되므로, 이산 여현 변환 결과 값은 16개이고,  
 그것은 도시된 바와 같이 제 6 기본 값 열 산출 저장부(106, 146)에 4x4 행렬로서 저장된다.  
 이것을 제 1 사분면의 원소들에 그대로 가산하고, 제 2 사분면의 원소들에 좌우로 반전시켜 가  
 산하고, 제 3 사분면의 원소들에 상하 및 음으로 반전시켜 가산하고, 제 4 사분면의 원소들에  
 상하, 좌우, 및 음으로 반전시켜 가산하면, 일일이 다른 사분면에 있는 다른 원소들의 좌표 값  
 , 즉  $64-16=48$ 개의 좌표 값들을 이산 여현 변환 식에 대입하여 계산할 필요가 없으므로, 계산  
 량이 대폭 감소되게 된다.

<104> 이산 여현 변환 행렬의 원소의 위치가 상기 도 12의 D에 위치하는 경우, 상기 도 13의  
 제 7 기본 값 행렬 가산부(137)는 제 7 기본 값 행렬 산출 저장부(107, 147)에 저장된 제 7 기  
 본 값 행렬, 즉 16개의 값들을 D 타입 대칭성에 따라 복원 행렬의, 제 1 사분면의 원소들에 그  
 대로 가산하고, 제 2 사분면의 원소들에 좌우 및 음으로 반전시켜 가산하고, 제 3 사분면의 원  
 소들에 상하 및 음으로 반전시켜 가산하고, 제 4 사분면의 원소들에 상하 및 좌우로 반전시켜  
 가산한다. 예를 들면, 이산 여현 변환 행렬의 0이 아닌 값을 갖는 원소의 좌표가  $(i=1,j=1)$ 인  
 경우, 복원

행렬의 기본 원소의 좌표는  $(x=0,y=0)$ ,  $(x=0,y=1)$ ,  $(x=0,y=2)$ ,  $(x=0,y=3)$ ,  $(x=1,y=0)$ ,  $(x=1,y=1)$ ,  $(x=1,y=2)$ ,  $(x=1,y=3)$ ,  $(x=2,y=0)$ ,  $(x=2,y=1)$ ,  $(x=2,y=2)$ ,  $(x=2,y=3)$ ,  $(x=3,y=0)$ ,  $(x=3,y=1)$ ,  $(x=3,y=2)$ ,  $(x=3,y=3)$ 가 되므로, 이산 여현 변환 결과 값은 16개이고, 그것은 도시된 바와 같이 제 7 기본 값 열 산출 저장부(107, 147)에 4x4 행렬로서 저장된다. 이것을 제 1 사분면의 원소들에 그대로 가산하고, 제 2 사분면의 원소들에 좌우 및 음으로 반전시켜 가산하고, 제 3 사분면의 원소들에 상하 및 음으로 반전시켜 가산하고, 제 4 사분면의 원소들에 상하 및 좌우로 반전시켜 가산하면, 일일이 다른 사분면에 있는 다른 원소들의 좌표 값, 즉  $64-16=48$ 개의 좌표 값들을 이산 여현 변환 식에 대입하여 계산할 필요가 없으므로, 계산량이 대폭 감소되게 된다.

<105>        여기에서, 이산 여현 변환 행렬을 역 이산 여현 변환한 결과인, 복원 행렬의 각 원소는 상기 도 12에 도시된 바와 같이, 복원 행렬의 첫 행, 또는 첫 열을 제외한 원소들 중에서, 짝수 번째 행에 속하는 원소들은 차례대로 상기 D 타입의 대칭성, 및 상기 C 타입의 대칭성을 반복하여 연속적으로 갖고(즉, D, C, D, C, . . .), 홀수 번째에 속하는 원소들은 차례대로 상기 B 타입의 대칭성, 및 상기 A 타입의 대칭성을 반복하여 연속적으로 갖는다(즉, B, A, B, A, . . .).

<106>        도 15는 원소별로 이산 여현 변환하는 전체적인 과정을 도시한 도면이다.

<107>        7개의 기본 값 산출 저장부(131, 132, 133, 134, 135, 136, 137)는 원소 검색부에서 검색된 0이 아닌 값을 갖는 원소의 값을 대입한 역 이산 여현 변환 식에, 0이 아닌 값을 갖는 원소의 좌표 값을 대입하고, 복원 행렬의 원소들 중에서 역 이

산 여현 변환 식의 대칭성에 따라 결정된 기본 원소들의 좌표 값을 대입함으로서, 0이 아닌 값을 갖는 원소에 대한 복원 행렬의 각 원소의 기본 값들을 산출하여 저장한다. 7개의 기본 값 산출 저장부(131, 132, 133, 134, 135, 136, 137)에 저장된 기본 값들을 복원 행렬의 각 원소의 값에, 이산 여현 변환 행렬의 원소의 좌표에 따른 대칭성 타입에 따라 반복적으로 가산하여, 복원 행렬의 각 원소의 값을 산출한다.

<108> 도 16은 양자화 파라미터에 따른 곱셈의 회수에 대한 실험 결과를 나타내는 도면이다.

<109> 본 발명을 C 언어로 작성하여, 구현하고, PIII 866, 512MB 메모리 환경에서 측정하였다. 대표적인 3가지 비디오 테스트 파일, 즉 Akiyo, Foreman, Mobile(Akiyo가 정밀도가 제일 낮고, Mobile이 정밀도가 제일 높고, Foreman은 그 중간이다)를 입력하여, 그 성능을 평가해 보았다. 각 테스트 파일은 4:2:0 형식의 데이터를 MPEG4 simple profile CODEC(MS encoder V6.0)을 이용하여 각 200 프레임을 모의 실험하였다. GOP structure는 I:P = 1:30이고, 프레임률(frame rate)은 30 frame/sec이다. 비교 기준은 사용된 곱셈과 덧셈의 회수이다. 비교 대상의 알고리즘은 Z.Wang 2차원 이산 여현 변환 알고리즘이다. 비교된 Z.Wang 이산 여현 변환 코드는 이산 여현 변환 행렬에 양자화 파라미터  $Q_p$ 의 크기를 조정하고, rotation 기법을 사용하여 곱셈의 회수를 줄였으며, 희소성을 이용하여, 필요한 경우 1, 2, 4 계수에 대해서만 역 이산 여현 변환을 수행하도록 변환하였다.

<110> 도 16은  $Q_p=5, 12, 20$ 에 대하여 곱셈의 회수를 나타낸 것이다. 기존의 고속 알고리즘에 비하여, 본 발명은 입력에 따라, 즉 이산 여현 변환 행렬의 유효한 값을 갖는 원소들의 희소성에 따라, 반드시 필요한 계산만 수행함으로서, 입력 영상의 다양한 복잡도와 화질에 대하여 평균적으로 매우 우수한 성능을 보였다. 특히,  $Q_p$ 가 큰 경우, 즉 저 전송률일수록 기존의 고속

알고리즘에 비하여 우수한 성능을 보였다. 또한, 복잡도가 높은 동영상, 즉 Mobile의 고화질 입력에 대하여도 곱셈의 회수는 35% 감소하였다.

<111> 도 17은 양자화 파라미터에 따른 덧셈의 회수에 대한 실험 결과를 나타내는 도면이다.

<112> 상기된 곱셈의 회수와 마찬가지로 덧셈의 회수도 입력 영상의 다양한 복잡도와 화질에 대하여 평균적으로 매우 우수한 성능을 보였다. 특히, Qp가 큰 경우, 즉 저 전송률일수록 기존의 고속 알고리즘에 비하여 우수한 성능을 보였다. 또한, 복잡도가 높은 동영상, 즉 Mobile의 고화질 입력에 대하여도 곱셈의 회수는 5% 감소하였다.

<113> 도 18은 본 발명에 따른 고속 역 이산 변환 방법의 흐름도이다.

<114> 이산 여현 변환 행렬의 각 원소에 대하여 소정의 순서로 0이 아닌 값을 갖는 원소를 검색한다(181). 상기 순서는 이산 여현 변환 행렬의 제 1 행 및 제 1 열에 위치한 원소를 출발점으로 하여 지그재그 방향으로 각 원소로 이어지는 순서를 말한다. 이어서, 검색된 0이 아닌 값을 갖는 이산 여현 변환 행렬의 원소를 역 이산 여현 변환 식의 대칭성을 이용하여 2 차원 역 이산 여현 변환함으로서, 복원 행렬의 각 원소의 복원 값을 산출한다(182).

<115> 도 19는 상기 도 18의 원소별로 2 차원 역 이산 여현 변환하는 단계(182)의 상세 흐름도이다.

<116> 검색된 0이 아닌 값을 갖는 원소의 값을 대입한 역 이산 여현 변환 식에, 0이 아닌 값을 갖는 원소의 좌표 값을 대입하고, 복원 행렬의 원소들 중에서 역 이산 여현 변환 식의 대칭성에 따라 결정된 기본 원소들의 좌표 값을 대입함으로서, 0이 아닌 값을 갖는 원소에 대한 복원 행렬의 각 원소의 기본 값들을 산출하여 저장한다(191). 이어서, 저장된 기본 값들을 복원 행



렬의 각 원소의 값에, 기본 원소의 좌표에 따른 대칭성 타입에 따라 반복적으로 가산하여, 복원 행렬의 각 원소의 복원 값을 산출한다(192).

<117> 도 20은 상기 도 19의 기본 값들을 산출하여 저장하는 단계(191)의 상세 흐름도이다.

<118> 0이 아닌 값을 갖는 원소의 좌표 값이 첫 행 및 첫 열인 경우, 역 이산 여현 변환 식에 첫 행 및 첫 열의 원소로 결정된 기본 원소의 좌표 값을 대입함으로서, 제 1 기본 값을 산출하여 저장한다(201). 이어서, 0이 아닌 값을 갖는 원소의 좌표 값이 첫 행 및 첫 열을 제외한 임의의 행 및 첫 열인 경우, 역 이산 여현 변환 식에 임의의 행 및 첫 열의 원소로 결정된 기본 원소들의 좌표 값을 대입함으로서, 제 2 기본 값 열을 산출하여 저장한다(202). 이어서, 0이 아닌 값을 갖는 원소의 좌표 값이 첫 행 및 첫 열을 제외한 첫 행 및 임의의 열인 경우, 역 이산 여현 변환 식에 첫 행 및 임의의 열의 원소로 결정된 기본 원소들의 좌표 값을 대입함으로서, 제 3 기본 값 행을 산출하여 저장한다(203). 이어서, 0이 아닌 값을 갖는 원소의 좌표 값이 A 타입의 대칭성을 갖는 원소들의 좌표 값인 경우, 역 이산 여현 변환 식에 제 1 사분면의 원소들로 결정된 기본 원소들의 좌표 값을 대입함으로서, 제 4 기본 값 행렬을 산출하여 저장한다(204). 이어서, 0이 아닌 값을 갖는 원소의 좌표 값이 B 타입의 대칭성을 갖는 원소들의 좌표 값인 경우, 역 이산 여현 변환 식에 제 1 사분면의 원소들로 결정된 기본 원소들의 좌표 값을 대입함으로서, 제 5 기본 값 행렬을 산출하여 저장한다(205). 0이 아닌 값을 갖는 원소의 좌표 값이 C 타입의 대칭성을 갖는 원소들의 좌표 값인 경우, 역 이산 여현 변환 식에 제 1 사분면의 원소들로 결정된 기본 원소들의 좌표 값을 대입함으로서, 제 6 기본 값 행렬을 산출하여 저장한다(206). 이어서, 0이 아닌 값을 갖는 원소의 좌표 값이 D 타입의 대칭성을 갖는 원소들의 좌표 값인 경우, 역 이산 여현 변환 식에 제 1 사분면의 원소들로 결정된 기본 원소들의 좌표 값을 대입함으로서, 제 7 기본 값 행렬을 산출하여 저장한다(207).

- <119> 도 21은 상기 도 19의 기본 값들을 대칭성 타입에 따라 반복적으로 가산하는 단계(191)의 상세 흐름도이다.
- <120> 저장된 제 1 기본 값으로 복원 행렬의 각 원소의 값을 초기화한다(211). 이어서, 저장된 제 2 기본 값 열을 복원 행렬의 각 열의 원소에 가산한다(212). 이어서, 저장된 제 3 기본 값 행을 복원 행렬의 각 행의 원소에 가산한다(213). 이어서, 저장된 제 4 기본 값 행렬을 A 타입 대칭성에 따라 복원 행렬의, 제 1 사분면의 원소들에 그대로 가산하고, 제 2 사분면의 원소들에 좌우를 반전시켜 가산하고, 제 3 사분면의 원소들에 상하를 반전시켜 가산하고, 제 4 사분면의 원소들에 상하 및 좌우로 반전시켜 가산한다(214). 저장된 제 5 기본 값 행렬을 B 타입 대칭성에 따라 복원 행렬의, 제 1 사분면의 원소들에 그대로 가산하고, 제 2 사분면의 원소들에 좌우 및 음으로 반전시켜 가산하고, 제 3 사분면의 원소들에 상하를 반전시켜 가산하고, 제 4 사분면의 원소들에 상하, 좌우, 및 음으로 반전시켜 가산한다(215). 이어서, 저장된 제 6 기본 값 행렬을 C 타입 대칭성에 따라 상기 복원 행렬의, 제 1 사분면의 원소들에 그대로 가산하고, 제 2 사분면의 원소들에 좌우로 반전시켜 가산하고, 제 3 사분면의 원소들에 상하 및 음으로 반전시켜 가산하고, 제 4 사분면의 원소들에 상하, 좌우, 및 음으로 반전시켜 가산한다(216). 이어서, 저장된 제 7 기본 값 행렬을 D 타입 대칭성에 따라 복원 행렬의, 제 1 사분면의 원소들에 그대로 가산하고, 제 2 사분면의 원소들에 좌우 및 음으로 반전시켜 가산하고, 제 3 사분면의 원소들에 상하 및 음으로 반전시켜 가산하고, 제 4 사분면의 원소들에 상하 및 좌우로 반전시켜 가산한다(217).
- <121> 여기에서, 이산 여현 변환 행렬을 역 이산 여현 변환한 결과인, 복원 행렬의 각 원소는 상기 도 12에 도시된 바와 같이, 복원 행렬의 첫 행, 또는 첫 열을 제외한 원소들 중에서, 짝수 번째 행에 속하는 원소들은 차례대로 상기 D 타입의 대칭성, 및 상기 C 타입의 대칭성을 반

복하여 연속적으로 갖고(즉, D, C, D, C, . . . ), 홀수 번째에 속하는 원소들은 차례대로 상  
기 B 타입의 대칭성, 및 상기 A 타입의 대칭성을 반복하여 연속적으로 갖는다(즉, B, A, B, A,  
. . . ).

<122> 한편, 상술한 본 발명의 실시예들은 컴퓨터에서 실행될 수 있는 프로그램으로 작성 가능  
하고, 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체를 이용하여 상기 프로그램을 동작시키는 범용 디지털  
컴퓨터에서 구현될 수 있다.

<123> 상기 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체는 마그네틱 저장매체(예를 들면, 롬, 플로피 디스  
크, 하드디스크 등), 광학적 판독 매체(예를 들면, 씨디롬, 디브이디 등) 및 캐리어 웨이브(예  
를 들면, 인터넷을 통한 전송)와 같은 저장매체를 포함한다.

<124> 이제까지 본 발명에 대하여 그 바람직한 실시예들을 중심으로 살펴보았다. 본 발명이  
속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어  
나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 개시된  
실시예들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는  
전술한 설명이 아니라 특허청구범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이  
점은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

#### 【발명의 효과】

<125> 본 발명에 따르면, 역 이산 여현 변환을 수행하는데 있어서, 이산 여현 변환 행렬의 원  
소들의 값의 대다수를 차지하는 "0"에 의한 불필요한 계산을 최대한 줄일 수 있는 효과가  
있다. 이산 여현 변환 행렬에서 유효한 값을 갖는 원소들의 개수가 10 ~ 15개 이하일 확률이  
90% 이상이므로, 기존의 고속 이산 여현 변환 알고리즘에 비하여 계산량을 크게 줄일 수 있는

효과가 있다. 또한, 본 발명에 따르면, 이산 여현 변환 행렬에서 유효한 값을 갖는 원소들의 개수가 많은 경우에도 이산 여현 변환 식의 대칭성을 이용하여 계산량을 대폭 감소시킴으로서 통계적으로 기존의 고속 이산 여현 변환 알고리즘에 비하여 매우 뛰어난 성능을 발휘한다는 효과가 있다. 나아가, 비디오 디코더에서 전체 계산량 중, 25~30%에 해당하는 역 이산 여현 변환 모듈의 계산량을 획기적으로 줄임으로서, 보다 안정되고 성능이 개선된 비디오 디코더를 설계할 수 있고, 소모 전력이 감소하기 때문에 소형화된 모바일용 비디오 디코더를 설계할 수 있다는 효과가 있다.

<126> 또한, EOB(End Of Block)을 참조하여 계산하는 다른 고속 이산 여현 변환 알고리즘에서는 스캔 방식에 따라 다른 방법을 적용해야 하지만, 본 발명은 스캔 방식에 관계없이, 즉 지그재그 스캔, 수평우선 스캔, 수직우선 스캔에 관계없이 적용 가능하다. 또한, 계산 과정에서 유효 숫자를 최대한 이용한다. 즉, 라운딩(rounding) 횟수가 단 1회이므로, 기존의 역 이산 여현 변환보다 PSNR(Peak Signal-to-Noise Ratio)이 뛰어나다.

**【특허청구범위】****【청구항 1】**

(a) 이산 여현 변환 행렬의 각 원소에 대하여 소정의 순서로 0이 아닌 값을 갖는 원소를 검색하는 단계; 및

(b) 상기 검색된 0이 아닌 값을 갖는 이산 여현 변환 행렬의 원소를 역 이산 여현 변환 식의 대칭성을 이용하여 2 차원 역 이산 여현 변환함으로서, 복원 행렬의 각 원소의 복원 값을 산출하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 고속 역 이산 변환 방법.

**【청구항 2】**

제 1 항에 있어서, 상기 순서는 상기 이산 여현 변환 행렬의 제 1 행 및 제 1 열에 위치한 원소를 출발점으로 하여 지그재그 방향으로 각 원소로 이어지는 순서인 것을 특징으로 하는 고속 역 이산 변환 방법.

**【청구항 3】**

제 1 항에 있어서, 상기 (b) 단계는

(b1) 상기 검색된 0이 아닌 값을 갖는 원소의 값을 대입한 상기 역 이산 여현 변환 식에, 상기 0이 아닌 값을 갖는 원소의 좌표 값을 대입하고, 상기 복원 행렬의 원소들 중에서 상기 역 이산 여현 변환 식의 대칭성에 따라 결정된 기본 원소들의 좌표 값을 대입함으로서, 상기 0이 아닌 값을 갖는 원소에 대한 상기 복원 행렬의 각 원소의 기본 값들을 산출하여 저장하는 단계; 및

(b2) 상기 저장된 기본 값들을 상기 복원 행렬의 각 원소의 값에, 상기 기본 원소의 좌표에 따른 대칭성 타입에 따라 반복적으로 가산하여, 상기 복원 행렬의 각 원소의 복원 값을 산출하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 고속 역 이산 변환 방법.

#### 【청구항 4】

제 3 항에 있어서, 상기 (b1) 단계는

(b11) 상기 0이 아닌 값을 갖는 원소의 좌표 값이 첫 행 및 첫 열인 경우, 상기 역 이산 여현 변환 식에 첫 행 및 첫 열의 원소로 결정된 기본 원소의 좌표 값을 대입함으로서, 제 1 기본 값을 산출하여 저장하는 단계;

(b12) 상기 0이 아닌 값을 갖는 원소의 좌표 값이 첫 행 및 첫 열을 제외한 임의의 행 및 첫 열인 경우, 상기 역 이산 여현 변환 식에 임의의 행 및 첫 열의 원소로 결정된 기본 원소들의 좌표 값을 대입함으로서, 제 2 기본 값 열을 산출하여 저장하는 단계; 및

(b13) 상기 0이 아닌 값을 갖는 원소의 좌표 값이 첫 행 및 첫 열을 제외한 첫 행 및 임의의 열인 경우, 상기 역 이산 여현 변환 식에 첫 행 및 임의의 열의 원소로 결정된 기본 원소들의 좌표 값을 대입함으로서, 제 3 기본 값 행을 산출하여 저장하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 고속 역 이산 변환 장치.

#### 【청구항 5】

제 4 항에 있어서, 상기 (b1) 단계는

(b14) 상기 0이 아닌 값을 갖는 원소의 좌표 값이 A 타입의 대칭성을 갖는 원소들의 좌표 값인 경우, 상기 역 이산 여현 변환 식에 제 1 사분면의 원소들로 결정된 기본 원소들의 좌표 값을 대입함으로서, 제 4 기본 값 행렬을 산출하여 저장하는 단계;

(b15) 상기 0이 아닌 값을 갖는 원소의 좌표 값이 B 타입의 대칭성을 갖는 원소들의 좌표 값인 경우, 상기 역 이산 여현 변환 식에 제 1 사분면의 원소들로 결정된 기본 원소들의 좌표 값을 대입함으로서, 제 5 기본 값 행렬을 산출하여 저장하는 단계;

(b16) 상기 0이 아닌 값을 갖는 원소의 좌표 값이 C 타입의 대칭성을 갖는 원소들의 좌표 값인 경우, 상기 역 이산 여현 변환 식에 제 1 사분면의 원소들로 결정된 기본 원소들의 좌표 값을 대입함으로서, 제 6 기본 값 행렬을 산출하여 저장하는 단계; 및

(b17) 상기 0이 아닌 값을 갖는 원소의 좌표 값이 D 타입의 대칭성을 갖는 원소들의 좌표 값인 경우, 상기 역 이산 여현 변환 식에 제 1 사분면의 원소들로 결정된 기본 원소들의 좌표 값을 대입함으로서, 제 7 기본 값 행렬을 산출하여 저장하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 고속 역 이산 변환 장치.

#### 【청구항 6】

제 5 항에 있어서, 상기 (b2) 단계는

(b21) 상기 저장된 제 1 기본 값으로 상기 복원 행렬의 각 원소의 값을 초기화하는 단계;

(b22) 상기 저장된 제 2 기본 값 열을 상기 복원 행렬의 각 열의 원소에 가산하는 단계; 및

(b23) 상기 저장된 제 3 기본 값 행을 상기 복원 행렬의 각 행의 원소에 가산하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 고속 역 이산 변환 방법.

#### 【청구항 7】

제 6 항에 있어서, 상기 (b2) 단계는

(b24) 상기 저장된 제 4 기본 값 행렬을 상기 A 타입 대칭성에 따라 상기 복원 행렬의, 제 1 사분면의 원소들에 그대로 가산하고, 제 2 사분면의 원소들에 좌우를 반전시켜 가산하고, 제 3 사분면의 원소들에 상하를 반전시켜 가산하고, 제 4 사분면의 원소들에 상하 및 좌우로 반전시켜 가산하는 단계;

(b25) 상기 저장된 제 5 기본 값 행렬을 상기 B 타입 대칭성에 따라 상기 복원 행렬의, 제 1 사분면의 원소들에 그대로 가산하고, 제 2 사분면의 원소들에 좌우 및 음으로 반전시켜 가산하고, 제 3 사분면의 원소들에 상하를 반전시켜 가산하고, 제 4 사분면의 원소들에 상하, 좌우, 및 음으로 반전시켜 가산하는 단계;

(b26) 상기 저장된 제 6 기본 값 행렬을 상기 C 타입 대칭성에 따라 상기 복원 행렬의, 제 1 사분면의 원소들에 그대로 가산하고, 제 2 사분면의 원소들에 좌우로 반전시켜 가산하고, 제 3 사분면의 원소들에 상하 및 음으로 반전시켜 가산하고, 제 4 사분면의 원소들에 상하, 좌우, 및 음으로 반전시켜 가산하는 단계; 및

(b27) 상기 저장된 제 7 기본 값 행렬을 상기 D 타입 대칭성에 따라 상기 복원 행렬의, 제 1 사분면의 원소들에 그대로 가산하고, 제 2 사분면의 원소들에 좌우 및 음으로 반전시켜 가산하고, 제 3 사분면의 원소들에 상하 및 음으로 반전시켜 가산하고, 제 4 사분면의 원소들에 상하 및 좌우로 반전시켜 가산하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 고속 역 이산 변환 방법.

#### 【청구항 8】

제 7 항에 있어서, 상기 복원 행렬의 첫 행, 또는 첫 열을 제외한 원소들 중에서, 짝수 번째 행에 속하는 원소들이 차례대로 상기 D 타입의 대칭성, 및 상기 C 타입의 대칭성을 반복



하여 연속적으로 갖고, 홀수 번째에 속하는 원소들이 차례대로 상기 B 타입의 대칭성, 및 상기 A 타입의 대칭성을 반복하여 연속적으로 갖는 것을 특징으로 하는 고속 역 이산 변환 방법.

#### 【청구항 9】

이산 여현 변환 행렬의 각 원소에 대하여 소정의 순서로 0이 아닌 값을 갖는 원소를 검색하는 원소 검색부; 및

상기 원소 검색부에서 검색된 0이 아닌 값을 갖는 원소를 역 이산 여현 변환 식의 대칭성을 이용하여 2 차원 역 이산 여현 변환함으로서, 복원 행렬의 각 원소의 복원 값을 산출하는 원소별 2 차원 역 이산 여현 변환부를 포함하는 것을 특징으로 하는 고속 역 이산 변환 장치.

#### 【청구항 10】

제 9 항에 있어서, 상기 순서는 상기 이산 여현 변환 행렬의 제 1 행 및 제 1 열에 위치한 원소를 출발점으로 하여 지그재그 방향으로 각 원소로 이어지는 순서인 것을 특징으로 하는 고속 역 이산 변환 장치.

#### 【청구항 11】

제 9 항에 있어서, 상기 원소별 2 차원 역 이산 여현 변환부는

상기 원소 검색부에서 검색된 0이 아닌 값을 갖는 원소의 값을 대입한 상기 역 이산 여현 변환 식에, 상기 0이 아닌 값을 갖는 원소의 좌표 값을 대입하고, 상기 복원 행렬의 원소들 중에서 상기 역 이산 여현 변환 식의 대칭성에 따라 결정된 기본 원소들의 좌표 값을 대입함으로서, 상기 0이 아닌 값을 갖는 원소에 대한 상기 복원 행렬의 각 원소의 기본 값들을 산출하여 저장하는 기본 값 산출 저장부; 및

상기 기본 값 산출 저장부에 저장된 기본 값들을 상기 복원 행렬의 각 원소의 값에, 상기 기본 원소의 좌표에 따른 대칭성 타입에 따라 반복적으로 가산하여, 상기 복원 행렬의 각 원소의 복원 값을 산출하는 기본 값 반복 가산부를 포함하는 것을 특징으로 하는 고속 역 이산 변환 장치.

#### 【청구항 12】

제 11 항에 있어서, 상기 기본 값 산출 저장부는

상기 0이 아닌 값을 갖는 원소의 좌표 값이 첫 행 및 첫 열인 경우, 상기 역 이산 여현 변환 식에 첫 행 및 첫 열의 원소로 결정된 기본 원소의 좌표 값을 대입함으로서, 제 1 기본 값을 산출하여 저장하는 제 1 기본 값 산출 저장부;

상기 0이 아닌 값을 갖는 원소의 좌표 값이 첫 행 및 첫 열을 제외한 임의의 행 및 첫 열인 경우, 상기 역 이산 여현 변환 식에 임의의 행 및 첫 열의 원소로 결정된 기본 원소들의 좌표 값을 대입함으로서, 제 2 기본 값 열을 산출하여 저장하는 제 2 기본 값 열 산출 저장부; 및

상기 0이 아닌 값을 갖는 원소의 좌표 값이 첫 행 및 첫 열을 제외한 첫 행 및 임의의 열인 경우, 상기 역 이산 여현 변환 식에 첫 행 및 임의의 열의 원소로 결정된 기본 원소들의 좌표 값을 대입함으로서, 제 3 기본 값 행을 산출하여 저장하는 제 3 기본 값 행 산출 저장부를 포함하는 것을 특징으로 하는 고속 역 이산 변환 장치.

#### 【청구항 13】

제 12 항에 있어서, 상기 기본 값 산출 저장부는

상기 0이 아닌 값을 갖는 원소의 좌표 값이 A 타입의 대칭성을 갖는 원소들의 좌표 값인 경우, 상기 역 이산 여현 변환 식에 제 1 사분면의 원소들로 결정된 기본 원소들의 좌표 값을 대입함으로서, 제 4 기본 값 행렬을 산출하여 저장하는 제 4 기본 값 산출 저장부;

상기 0이 아닌 값을 갖는 원소의 좌표 값이 B 타입의 대칭성을 갖는 원소들의 좌표 값인 경우, 상기 역 이산 여현 변환 식에 제 1 사분면의 원소들로 결정된 기본 원소들의 좌표 값을 대입함으로서, 제 5 기본 값 행렬을 산출하여 저장하는 제 5 기본 값 산출 저장부;

상기 0이 아닌 값을 갖는 원소의 좌표 값이 C 타입의 대칭성을 갖는 원소들의 좌표 값인 경우, 상기 역 이산 여현 변환 식에 제 1 사분면의 원소들로 결정된 기본 원소들의 좌표 값을 대입함으로서, 제 6 기본 값 행렬을 산출하여 저장하는 제 6 기본 값 산출 저장부; 및

상기 0이 아닌 값을 갖는 원소의 좌표 값이 D 타입의 대칭성을 갖는 원소들의 좌표 값인 경우, 상기 역 이산 여현 변환 식에 제 1 사분면의 원소들로 결정된 기본 원소들의 좌표 값을 대입함으로서, 제 7 기본 값 행렬을 산출하여 저장하는 제 7 기본 값 산출 저장부를 포함하는 것을 특징으로 하는 고속 역 이산 변환 장치.

#### 【청구항 14】

제 13 항에 있어서, 상기 기본 값 반복 가산부는

상기 제 1 기본 값 산출 저장부에 저장된 제 1 기본 값으로 상기 복원 행렬의 각 원소의 값을 초기화하는 제 1 기본 값 초기화부;

상기 제 2 기본 값 열 산출 저장부에 저장된 제 2 기본 값 열을 상기 복원 행렬의 각 열의 원소에 가산하는 제 2 기본 값 열 가산부; 및

상기 제 3 기본 값 행 산출 저장부에 저장된 제 3 기본 값 행을 상기 복원 행렬의 각 행의 원소에 가산하는 제 3 기본 값 행 가산부를 포함하는 것을 특징으로 하는 고속 역 이산 변환 장치.

【청구항 15】

제 14 항에 있어서, 상기 기본 값 반복 가산부는

상기 제 4 기본 값 행렬 산출 저장부에 저장된 제 4 기본 값 행렬을 상기 A 타입 대칭성에 따라 상기 복원 행렬의, 제 1 사분면의 원소들에 그대로 가산하고, 제 2 사분면의 원소들에 좌우를 반전시켜 가산하고, 제 3 사분면의 원소들에 상하를 반전시켜 가산하고, 제 4 사분면의 원소들에 상하 및 좌우로 반전시켜 가산하는 제 4 기본 값 행렬 가산부;

상기 제 5 기본 값 행렬 산출 저장부에 저장된 제 5 기본 값 행렬을 상기 B 타입 대칭성에 따라 상기 복원 행렬의, 제 1 사분면의 원소들에 그대로 가산하고, 제 2 사분면의 원소들에 좌우 및 음으로 반전시켜 가산하고, 제 3 사분면의 원소들에 상하를 반전시켜 가산하고, 제 4 사분면의 원소들에 상하, 좌우, 및 음으로 반전시켜 가산하는 제 5 기본 값 행렬 가산부;

상기 제 6 기본 값 행렬 산출 저장부에 저장된 제 6 기본 값 행렬을 상기 C 타입 대칭성에 따라 상기 복원 행렬의, 제 1 사분면의 원소들에 그대로 가산하고, 제 2 사분면의 원소들에 좌우로 반전시켜 가산하고, 제 3 사분면의 원소들에 상하 및 음으로 반전시켜 가산하고, 제 4 사분면의 원소들에 상하, 좌우, 및 음으로 반전시켜 가산하는 제 6 기본 값 행렬 가산부;

및

상기 제 7 기본 값 행렬 산출 저장부에 저장된 제 7 기본 값 행렬을 상기 D 타입 대칭성에 따라 상기 복원 행렬의, 제 1 사분면의 원소들에 그대로 가산하고, 제 2 사분면의 원소들에

좌우 및 음으로 반전시켜 가산하고, 제 3 사분면의 원소들에 상하 및 음으로 반전시켜 가산하고, 제 4 사분면의 원소들에 상하 및 좌우로 반전시켜 가산하는 제 7 기본 값 행렬 가산부를 포함하는 것을 특징으로 하는 고속 역 이산 변환 장치.

【청구항 16】

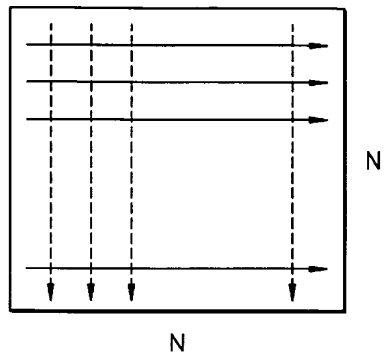
제 15 항에 있어서, 상기 복원 행렬의 첫 행, 또는 첫 열을 제외한 원소들 중에서, 짝수 번째 행에 속하는 원소들이 차례대로 상기 D 타입의 대칭성, 및 상기 C 타입의 대칭성을 반복하여 연속적으로 갖고, 홀수 번째에 속하는 원소들이 차례대로 상기 B 타입의 대칭성, 및 상기 A 타입의 대칭성을 반복하여 연속적으로 갖는 것을 특징으로 하는 고속 역 이산 변환 장치.

【청구항 17】

제 9 항 내지 제 16 항 중에 어느 한 항의 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체.

【도면】

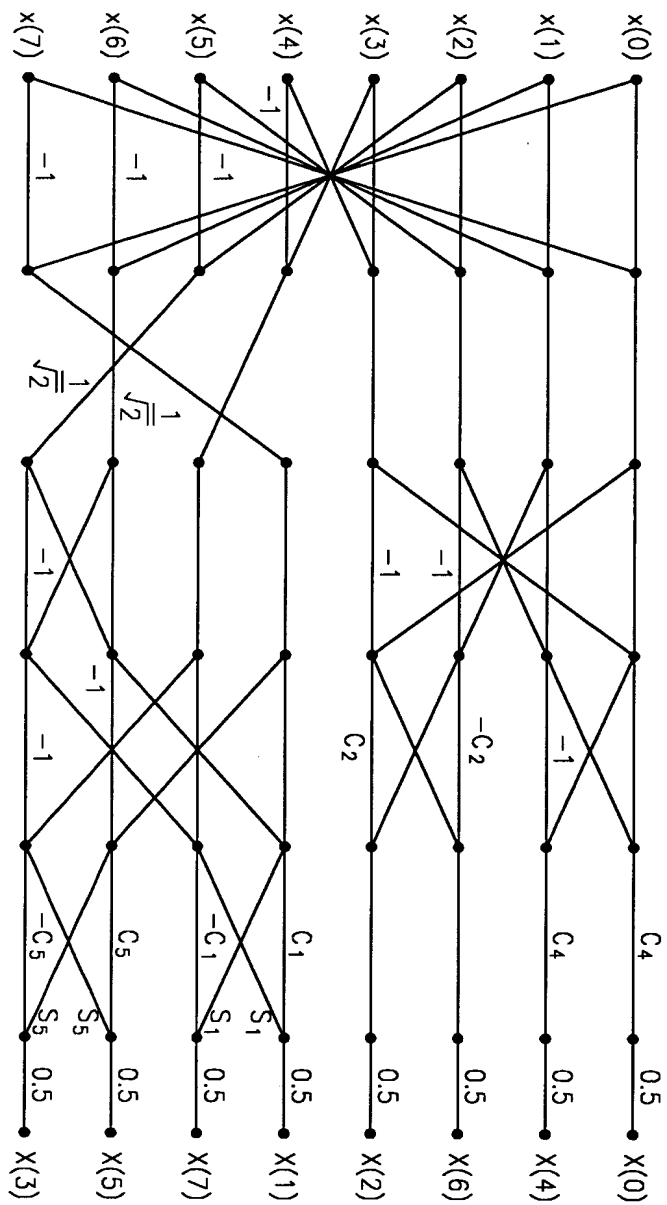
【도 1】



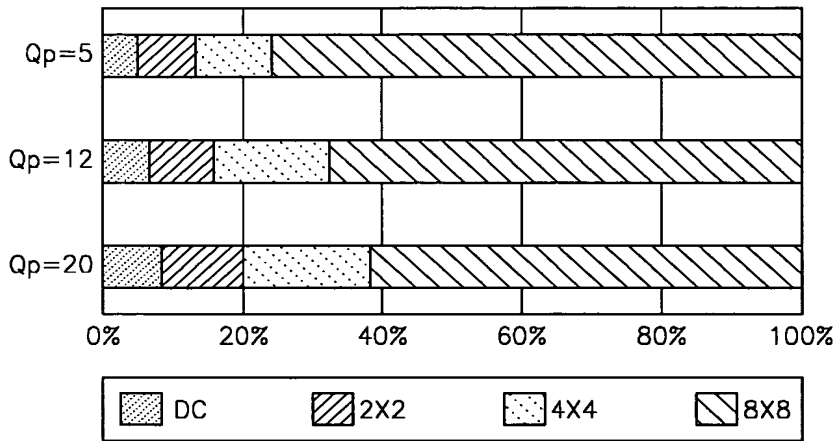
【도 2】

	급섬의 회수	덧섬의 회수
Chen	256	416
Wang	256	416
Lee	208	464
AAN	208	464

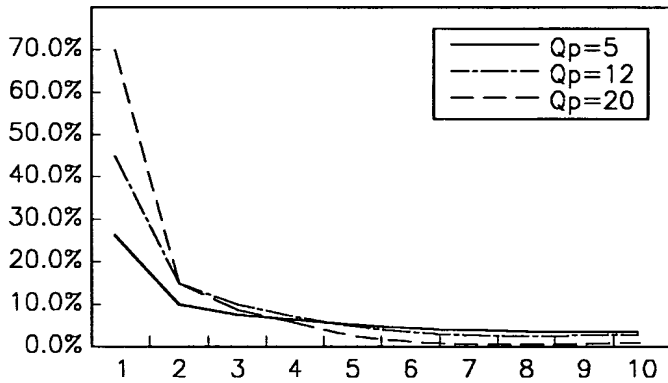
【图 3】



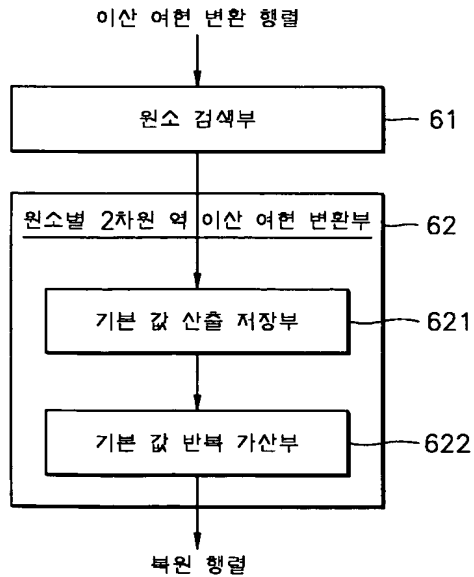
【도 4】



【도 5】



【도 6】





【도 7】

A1	A3	A6	A7	A15	0	0	0
A2	A5	A8	A14	0	0	0	0
A4	A9	A13	0	0	0	0	0
A10	A12	0	0	0	0	0	0
A11	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

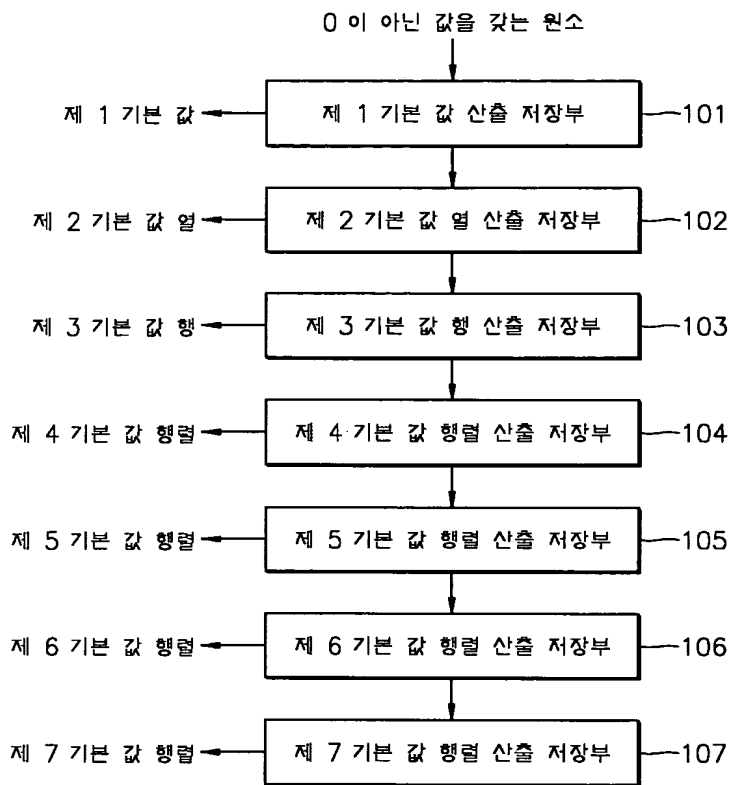
【도 8】

m, n	1	2	3	4	5	6	7	8
sign	+	+	+	+	+	+	+	+
k, p	4	1 3 5 7	2 6	3 7 1 5	4	5 1 7 3	6 2	7 5 3 1

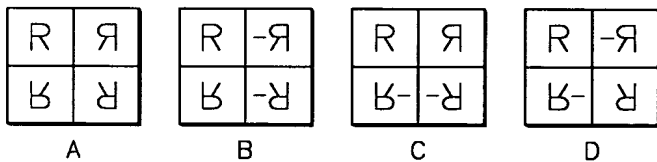
【도 9】

1	4	2	4	1	4	2	4
4	10	8	10	4	10	8	10
2	8	3	8	2	8	3	8
4	10	8	10	4	10	8	10
1	4	2	4	1	4	2	4
4	10	8	10	4	10	8	10
2	8	3	8	2	8	3	8
4	10	8	10	4	10	8	10

【도 10】



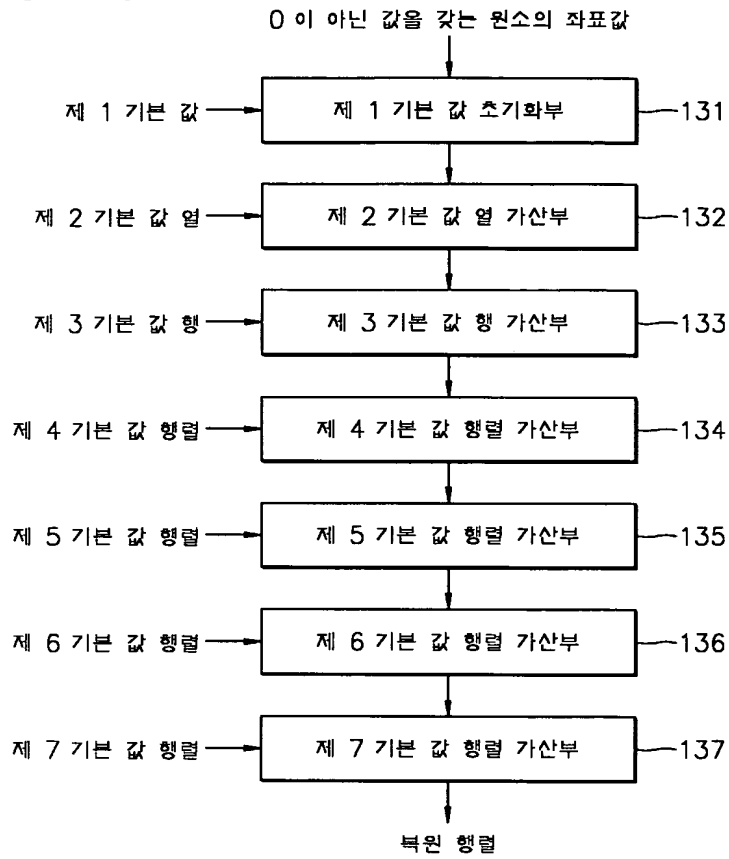
【도 11】



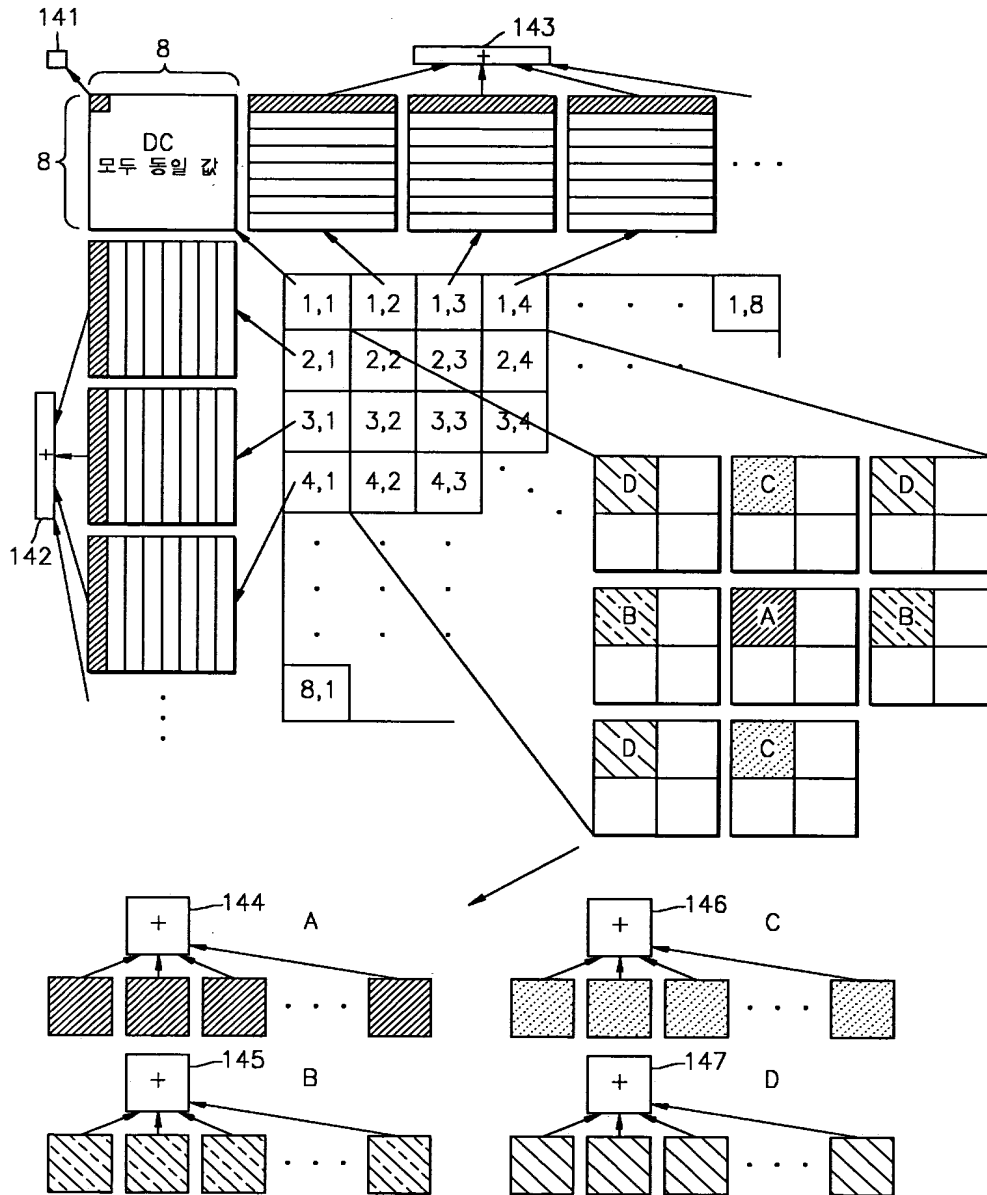
【도 12】

DC	첫행						
첫열	D	C	D	C	D	C	D
	B	A	B	A	B	A	B
	D	C	D	C	D	C	D
	B	A	B	A	B	A	B
	D	C	D	C	D	C	D
	B	A	B	A	B	A	B
	D	C	D	C	D	C	D

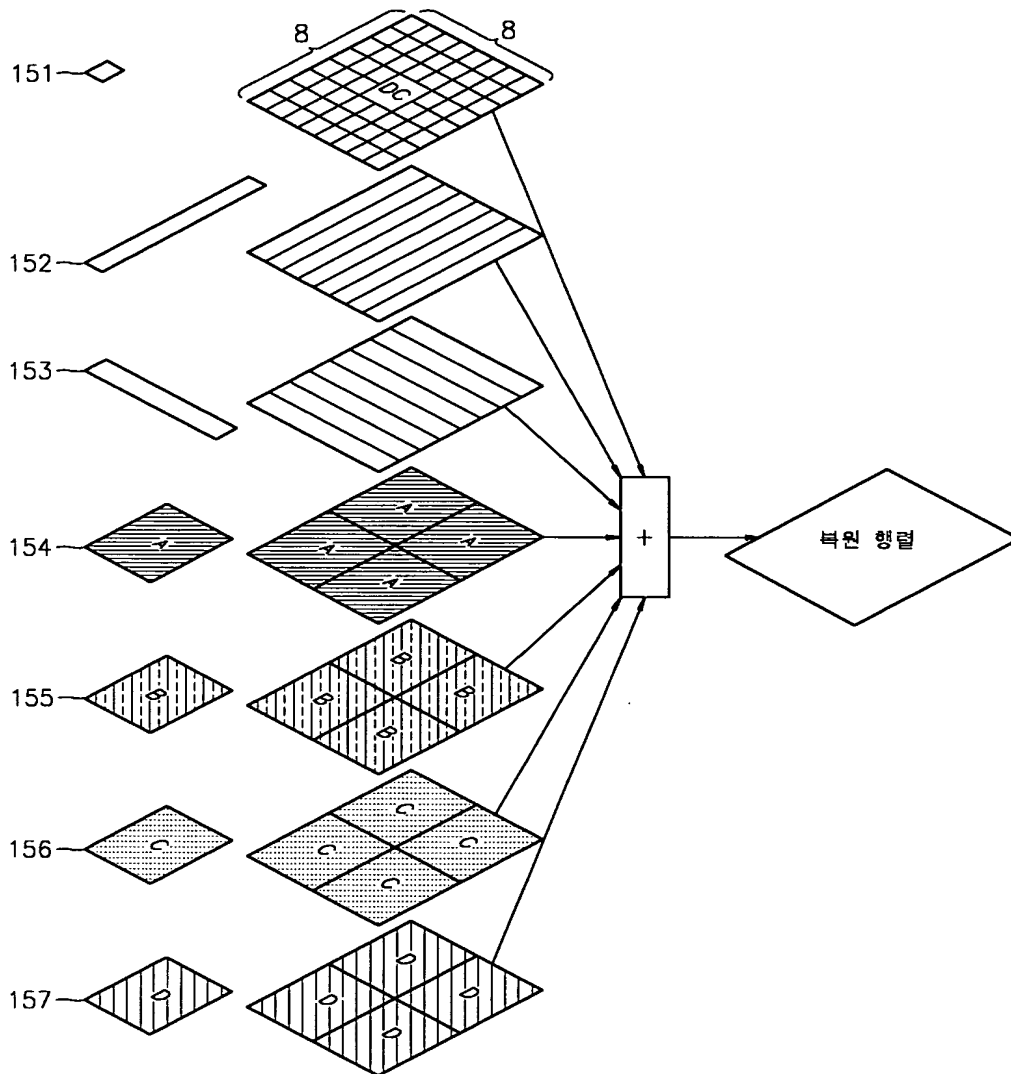
【도 13】



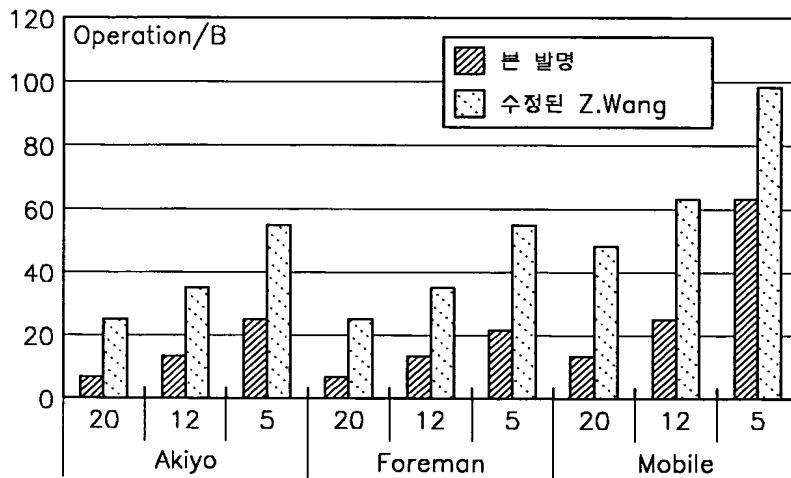
【도 14】



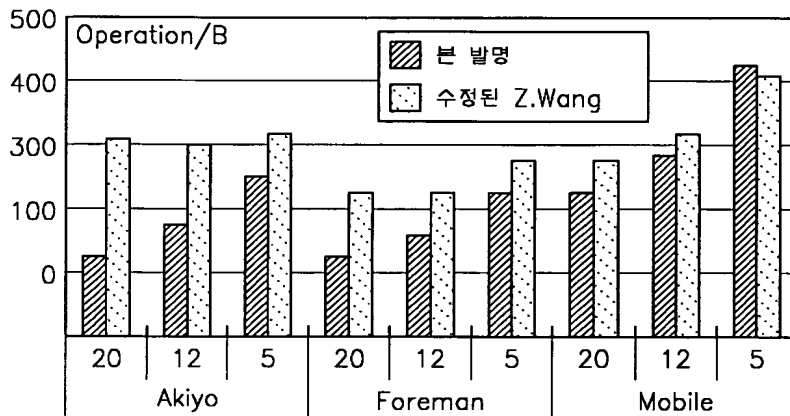
【도 15】



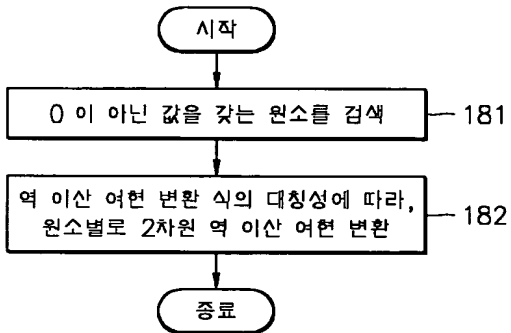
【도 16】



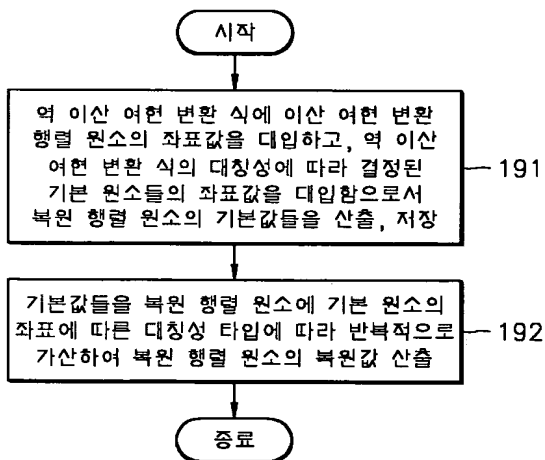
【도 17】



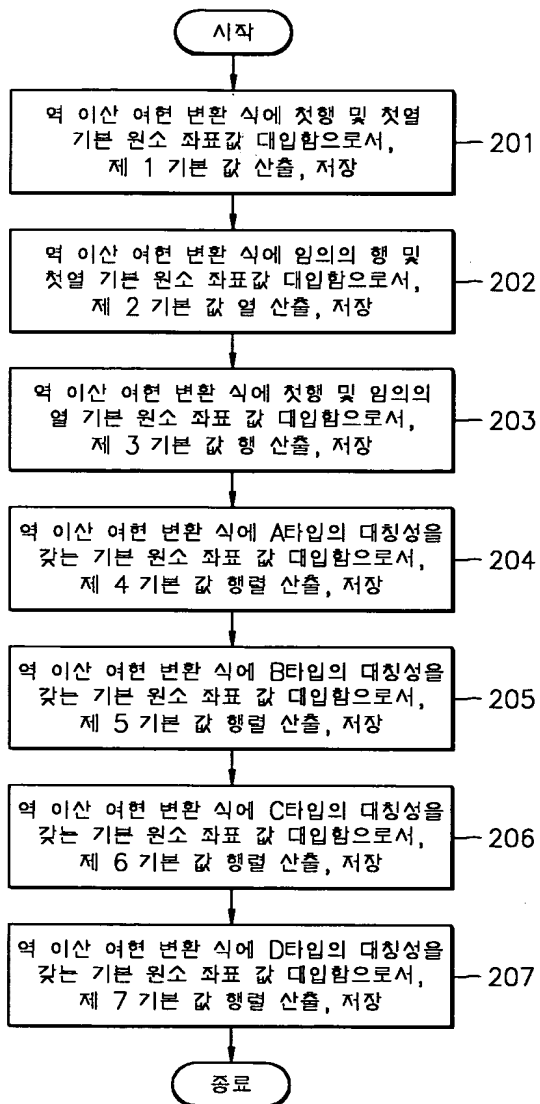
【도 18】



【도 19】



【도 20】



【도 21】

